



Mafalda Honório Torres

Relatório de Estágio

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ensino de
Física e Química

Orientador: Professor Doutor Vítor Teodoro
Coorientador: Professor Carlos Cunha

Arguente: Doutor Jorge António de Carvalho Sousa Valadares
Vogais: Doutor Vítor Manuel Neves Duarte Teodoro
Doutor Grégoire Marie Jean Bonfait
Mestre Carlos Jorge Gomes Barranha Cunha



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Fevereiro de 2015⁴

Relatório de Estágio

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ensino de Física e
Química

Copyright

Mafalda Honório Torres
Aluna n.º 40478
na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Ao professor Vítor Teodoro, orientador pedagógico, pela sua dedicação, incentivo e disponibilidade, que contribuíram muito para o meu desempenho.

Ao professor Carlos Cunha, orientador de estágio, pela oportunidade em permitir-me acompanhar de perto a sua enorme dedicação a esta profissão, pela partilha dos seus conhecimentos e por toda a sua disponibilidade, encorajamento e motivação.

À professora Filomena Mimoso, por permitir-me acompanhar o seu trabalho como diretora de turma ao longo do ano letivo, e a todos os professores e alunos da Escola Dom Manuel Martins por terem proporcionado um excelente ano de estágio.

Resumo

O presente relatório descreve as atividades desenvolvidas durante o estágio pedagógico, realizadas no âmbito do Mestrado em Ensino da Física e da Química na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. As atividades descritas são referentes à Prática Profissional e à Investigação Educacional, que se realizaram no decorrer do ano letivo 2013/2014, na Escola Dom Manuel Martins, em Setúbal, sob orientação dos Professores Vítor Teodoro e Carlos Cunha.

As atividades desenvolvidas no âmbito da Prática Profissional incluíram a realização de atividades letivas, no ensino de Ciências Físico-Químicas no 9.º ano do 3.º ciclo do ensino básico, e de Física e Química A no 10.º ano do ensino secundário, assim como a participação em atividades não letivas, como visitas de estudo, exposições, participação em reuniões e acompanhamento de funções referentes a uma Direção de Turma. Em simultâneo com a Prática Profissional foi realizado um estudo de Investigação Educacional. Este teve como objetivo a análise da capacidade de interpretação de dados necessários para a resolução de um problema de balanços energéticos, na produção de energia fotovoltaica. Além disso, tentou-se averiguar se a resolução do problema contribuiu para que ocorresse uma aprendizagem significativa nos alunos.

Palavras-chave: Ensino da Física, Ensino da Química, Prática Profissional Supervisionada, Capacidade de Interpretação de Dados.

Abstract

This report describes the activities developed during the period of teaching training practice, necessary to obtain a Master's degree in Physics and Chemistry Education from the Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. The activities described fall under the modules of Professional Practise and Educational Investigation and occurred during the school year of 2013/2014 at Escola Dom Manuel Martins, under the guidance of Professors Vítor Teodoro and Carlos Cunha.

The activities developed for Professional Practice included teaching activities, such as the teaching of the 10th grade class in Física e Química A and the 9th grade class in Ciências Físico-Químicas, and also non-teaching activities, such as field trips, exhibitions, participation in meetings and in tasks involved in a Direção de Turma. An Educational Investigation study was conceived and applied during the Professional Practice. Its objective was the analysis of the students' ability to interpret necessary data to solve a problem involving energy balances in the production of photovoltaic energy. Furthermore, there was an attempt to find out if the solving of the problem contributed for significant learning to occur in the students.

Keywords: Physics Education, Chemistry Education, Supervised Professional Practice, Ability to Interpret Data.

Índice Geral

| | |
|---|----|
| Agradecimentos..... | 3 |
| Resumo | 4 |
| Abstract..... | 5 |
| Índice Geral | 6 |
| Índice de Figuras | 8 |
| Índice de Tabelas..... | 10 |
| Lista de Siglas..... | 11 |
| 1 Introdução..... | 12 |
| Parte I – Relatório de Estágio | 14 |
| 2 A escola de estágio | 15 |
| 3 Atividades curriculares na escola | 18 |
| 3.1 Caracterização dos alunos | 18 |
| 3.2 Aulas lecionadas..... | 22 |
| 4 Atividades não curriculares | 34 |
| 4.1 Direção de turma | 34 |
| 4.2 Visitas de estudo..... | 35 |
| Parte II – Estudo de Investigação Educacional..... | 42 |
| 5 Um estudo sobre a capacidade de interpretar dados na resolução de um problema 43 | |
| 5.1 Introdução..... | 43 |
| 5.2 Fundamentação do estudo | 46 |
| 5.3 Metodologia | 54 |
| 5.4 Resultados e discussão dos resultados | 56 |
| 5.5 Conclusões | 72 |

| | | |
|---|--|-----|
| 6 | Reflexões finais | 74 |
| | Referências | 76 |
| | Anexos | 78 |
| | Anexo 1 – Guias/resumos das aulas de 10.º ano lecionadas de 21 a 24 de Janeiro.... | 79 |
| | Anexo 2 – Guias/resumos das aulas de 9.º ano lecionadas de 13 a 17 de Janeiro..... | 89 |
| | Anexo 3 – Guias/resumos das aulas de 9.º ano lecionadas de 6 a 14 de Março..... | 98 |
| | Anexo 4 – Ficha de avaliação do 9.º ano..... | 108 |
| | Anexo 5 – Resolução do exercício da aula de 06/03/14..... | 113 |
| | Anexo 6 – Tabela de consumos do estudo de Investigação Educacional..... | 115 |
| | Anexo 7 – Ficha de trabalho do estudo de Investigação Educacional..... | 117 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 2.1: Entrada da escola Dom Manuel Martins..... | 15 |
| Figura 2.2: Laboratórios de Física e de Química da Escola Dom Manuel Martins. | 16 |
| Figura 2.3: Sala de aula do Futuro..... | 17 |
| Figura 3.1: Pulseira de “UV beads” utilizada na aula laboratorial de 22 de Janeiro sobre radiação UV. As contas da pulseira só são coloridas quando iluminadas com radiação UV. | 26 |
| Figura 3.2: Tubo utilizado para inverter o recipiente contendo as esferas de chumbo. . | 27 |
| Figura 3.3: Barquinho pop-pop. | 27 |
| Figura 3.4: Material utilizado na determinação da capacidade térmica mássica do bloco de metal desconhecido..... | 28 |
| Figura 3.5: Aluna a resolver um exercício no quadro na aula de 14 de Janeiro, traçando um gráfico a partir de uma tabela e utilizando uma régua..... | 32 |
| Figura 4.1: Entrada da Escola Prática de Artilharia de Vendas Novas. | 36 |
| Figura 4.2: Submarino que visitámos na Base Naval. | 36 |
| Figura 4.3: Túnel de vento e Exposição de UAVs, na Academia da Força Aérea..... | 37 |
| Figura 4.4: Jardim Horto-Camões. | 38 |
| Figura 4.5: Zona exterior do Centro de Ciência Viva de Constância..... | 38 |
| Figura 5.1: Questão do exame de 2010, Época Especial, sobre energia, potência e painéis fotovoltaicos. | 45 |
| Figura 5.2: Esquema do circuito montado e exemplo de um conjunto de dados resultantes da “A.L. 1.2 - Energia elétrica fornecida por um painel fotovoltaico” (adaptado de Silva, 2007)..... | 50 |
| Figura 5.3: Enunciados dos dois problemas resolvidos na aula de 6 de Março. | 51 |
| Figura 5.4: Ficha de trabalho do exercício do estudo de investigação educacional..... | 59 |
| Figura 5.5: Tabela de consumos e os dados da fatura projetados durante a aula. | 61 |

| | |
|--|----|
| Figura 5.6: Resposta correta típica à 1. ^a questão. | 62 |
| Figura 5.7: Respostas corretas da 2. ^a questão. | 63 |
| Figura 5.8: Dois exemplos representativos de respostas parcialmente corretas nas duas primeiras questões. | 63 |
| Figura 5.9: Duas das respostas corretas à 3. ^a questão. | 64 |
| Figura 5.10: A terceira resposta correta à 3. ^a questão. | 65 |
| Figura 5.11: Resposta dada por um aluno à 3. ^a questão. | 65 |
| Figura 5.12: Resposta parcialmente correta da 4. ^a questão. | 66 |
| Figura 5.13: Resposta incorreta da 4. ^a questão. | 67 |
| Figura 5.14: Exemplo de duas respostas da 6. ^a questão onde o aluno assumiu que kW h era o mesmo que kW. | 68 |
| Figura 5.15: Resposta correta à 6. ^a questão. | 68 |
| Figura 5.16: Resposta correta da 7. ^a questão. | 69 |
| Figura 5.17: Resposta parcialmente correta da 7. ^a questão. | 69 |
| Figura 5.18: Resposta parcialmente correta da 8. ^a questão. | 70 |
| Figura 5.19: Resposta parcialmente correta da 8. ^a questão. | 71 |
| Figura 5.20: Resposta parcialmente correta da 9. ^a questão devido a um erro de unidades. | 71 |
| Figura 5.21: Resposta incorreta da 9. ^a questão. | 72 |
| Figura 5.22: Resposta correta da 9. ^a questão. | 72 |

Índice de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 3.1: Plano de aula do dia 13 de Março..... | 29 |
| Tabela 3.2: Plano de aula do dia 11/03..... | 30 |
| Tabela 5.1: Etapas da aplicação do estudo. | 56 |
| Tabela 5.2: Classificações das fichas de trabalho. As cotações verdes correspondem a respostas corretas, as vermelhas a respostas erradas e as amarelas a respostas parcialmente corretas..... | 59 |

Lista de Siglas

| | |
|-------|---|
| AL | Atividade Laboratorial |
| AMS | Alpha Magnetic Spectrometer |
| CEF | Curso de Educação e Formação |
| CERN | Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear |
| CIAM | Centro de Interpretação Ambiental das Manteigadas |
| CMS | Compact Muon Solenoid |
| ITN | Instituto Tecnológico e Nuclear |
| LEIR | Low Energy Ion Ring |
| LHC | Large Haldron Collider |
| LINAC | Linear Accelerator |
| PT | Plano de Turma |
| UAV | Unmanned Aerial Vehicle |
| UV | Ultravioleta |

1 Introdução

Aprender a ser professor é um percurso longo e complexo, repleto de desafios e emoções. Inicia-se com as diferentes experiências que temos com os nossos pais e irmãos; prossegue à medida que vamos observando professor após professor, ao longo de catorze a dezasseis anos de escolaridade. Culmina, formalmente, com a formação profissional, mas continua nas experiências de ensino por que vamos passando ao longo da vida (Arends, 1995).

Hoje em dia, um professor de Ciências enfrenta desafios difíceis: tem que se certificar que as suas aulas são interessantes; inspirar e por vezes inquietar os seus alunos; encaminhar os cientistas, empresários e técnicos de amanhã, e garantir que os cidadãos e consumidores compreendam os riscos e benefícios da ciência moderna (Osborne e Dillon, 2010). Com todas estas funções importantes, é vantajoso que o professor de ciências passe por uma formação profissional que o habilite a responder aos desafios que vai enfrentar.

O segundo e último ano do Mestrado em Ensino de Física e Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa é praticamente todo dedicado à prática profissional supervisionada. Como tal, durante este ano letivo acompanhei, no exercício da sua atividade docente, um Professor de 3.º ciclo e secundário que lecionou as disciplinas de Ciências Físico-Químicas, Física e Química A e Física. Este acompanhamento proporcionou-me não só a oportunidade de observar a prática de ensinar no contexto da sala de aula como também a oportunidade de eu própria ensinar num ambiente supervisionado, com a possibilidade de receber feedback imediato e aperfeiçoar o meu desempenho.

Neste relatório apresento um resumo do que fiz durante este ano letivo de estágio. Está dividido em duas partes: a parte I compreende o relatório de estágio e a parte II o estudo de investigação educacional que desenvolvi durante o estágio.

Começo por descrever, no ponto 2, a escola onde decorreu o estágio, na Escola Dom Manuel Martins em Setúbal. De seguida, no ponto 3, elaborei uma breve caracterização dos alunos aos quais lecionei. As turmas que lecionei pertenceram ao 9.º e 10.º ano. O ponto 4 contém o material que preparei para lecionar as aulas supervisionadas, bem como descrições das aulas e algumas considerações pessoais sobre como a atividade de

lecionação decorreu. No ponto 5 referi as atividades não curriculares em que participei durante o estágio, como o acompanhamento de uma direção de turma e as visitas de estudo.

O ponto 6 refere-se ao estudo de investigação educacional que desenvolvi e apliquei no 2.º Período do ano letivo. Este estudo contou com a participação dos alunos da turma de 10.º ano, e consistiu numa análise da capacidade de interpretação de dados necessários para a resolução de um problema de balanços energéticos, na produção de energia fotovoltaica. Pretendi também com esta investigação, saber se a resolução do problema contribuiu ou não para uma aprendizagem significativa nos alunos.

Finalmente, no ponto 7 elaborei uma pequena reflexão sobre a importância da prática profissional supervisionada no meu futuro como docente.

Parte I – Relatório de Estágio

2 A escola de estágio

A Escola Secundária Dom Manuel Martins localiza-se na avenida António Sérgio, freguesia de S. Sebastião, na área periférica sul da zona urbana da cidade de Setúbal, nas Manteigadas. Os núcleos populacionais mais próximos da escola caracterizam-se pelo predomínio de habitação social, de zonas urbanas e suburbanas de habitação mais acessível em termos económicos, pertencendo a população a níveis socioeconómicos baixos e médio baixos, como padrão dominante. A maioria dos alunos, quer do ensino básico, quer do ensino secundário reside na freguesia de S. Sebastião, embora haja um número significativo de alunos que vem de freguesias circundantes.



Figura 2.1: Entrada da escola Dom Manuel Martins.

A escola é constituída por três edifícios, que se encontram ligados entre si por um corredor central fechado. As instalações desportivas são constituídas por um campo de jogos e balneários. As salas de aulas são, na sua maioria, de dimensões apropriadas, apresentando boas condições de iluminação. A escola está bem equipada do ponto de vista informático, já que todas as salas dispõem de computador e de videoprojector. A escola dispõe ainda, de dez quadros interativos. Os laboratórios de Física e Química (Figura 2.2) e de Biologia e Geologia estão bem equipados com os materiais necessários (Projeto Educativo da Escola Dom Manuel Martins, 2010/2013).



Figura 2.2: Laboratórios de Física e de Química da Escola Dom Manuel Martins.

O espaço exterior tem um aspeto agradável, sobretudo porque na grande área pertencente à escola encontram-se espaços de jardim conservados e tratados por alunos de um curso CEF, funcionando também o Centro de Interpretação Ambiental das Manteigadas, iniciativa que já ganhou prémios nacionais, podendo afirmar-se que é um espaço único e um recurso aberto às comunidades escolares, vocacionado para alunos do pré-escolar, do 1.º ciclo e do 2.º ciclo que o visitam.

Durante o meu estágio tive a oportunidade de assistir à inauguração da Sala de Aula do Futuro, cuja instalação foi da autoria do Prof. Carlos Cunha. Esta sala destina-se a um ensino que recorre a uma metodologia baseada na resolução contextualizada de problemas, com recurso às novas tecnologias de informação, num ambiente mais informal. Esta metodologia poderá constituir uma mais-valia na motivação e aprendizagem dos alunos, dando sentido aos conceitos e aprendizagens em desenvolvimento, reforçando a necessidade de aumentar o seu esforço pessoal no sentido de melhorar a aquisição de conhecimentos. Este projeto tem uma página própria:

- http://escoladmanuelmartins.com/sala_de_aula_do_futuro.html.



Figura 2.3: Sala de aula do Futuro.

3 Atividades curriculares na escola

3.1 Caracterização dos alunos

Assisti durante todo o ano letivo às aulas das turmas B e C do 9.º ano, da disciplina de Ciências Físico-Químicas, da turma A do 10.º ano, da disciplina de Física e Química A, e da turma B do 12.º ano, da disciplina de Física. As turmas a que lecionei aulas, no período de lecionação supervisionada, foram as turmas 9.º B e 10.º A. De seguida apresento uma breve caracterização dos alunos destas duas turmas. Os dados utilizados para esta caracterização resultaram de um inquérito realizado no início do ano letivo.

3.1.1 Turma 10.º A

Os alunos da turma do 10.º A tiveram sete tempos letivos de Física e Química A por semana, tendo cada tempo letivo uma duração de cinquenta minutos. Dois destes sete tempos letivos foram de carácter prático-laboratorial e lecionados sempre no laboratório de Física ou de Química. Nos tempos letivos prático-laboratoriais e num dos tempos letivos teóricos, os alunos estavam divididos por turnos. Os restantes quatro tempos letivos estavam agrupadas dois a dois, ou seja, em dois dias da semana os alunos tinham duas aulas de Física e Química seguidas, e a turma estava toda junta.

No início do ano a turma tinha vinte e oito alunos e no final do ano a turma era constituída apenas por vinte alunos. Esta diminuição do número de alunos deveu-se a transferências de curso ou de escola e a anulações de matrícula. A distribuição dos alunos por idades encontra-se apresentada no Gráfico 3.1. A idade considerada para a construção do gráfico foi a idade que os alunos completaram no ano de 2013 e os alunos representados são os 28 alunos que se encontravam na turma no início do ano letivo.

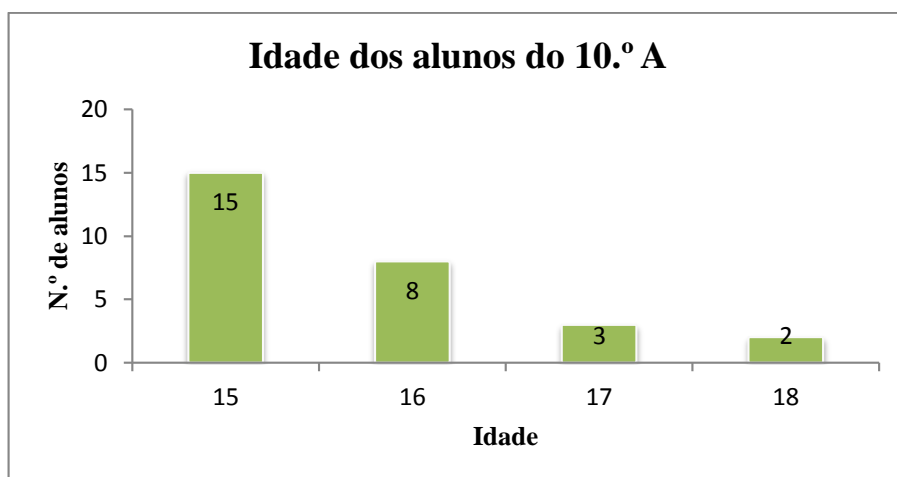


Gráfico 3.1: Idade dos alunos da turma A do 10.º ano.

O Gráfico 3.2 contém informação sobre o número de reprovações dos alunos. Dos sete alunos que reprovaram uma vez, três reprovaram no 9.º ano, outros três reprovaram no 10.º ano e um aluno reprovou no 4.º ano. Dos três alunos que reprovaram duas vezes, um aluno reprovou duas vezes no 7.º ano, outro aluno reprovou no 6.º e 10.º ano e o restante reprovou no 8.º e 9.º ano. O aluno que reprovou três vezes, reprovou no 6.º, 9.º e 10.º ano.

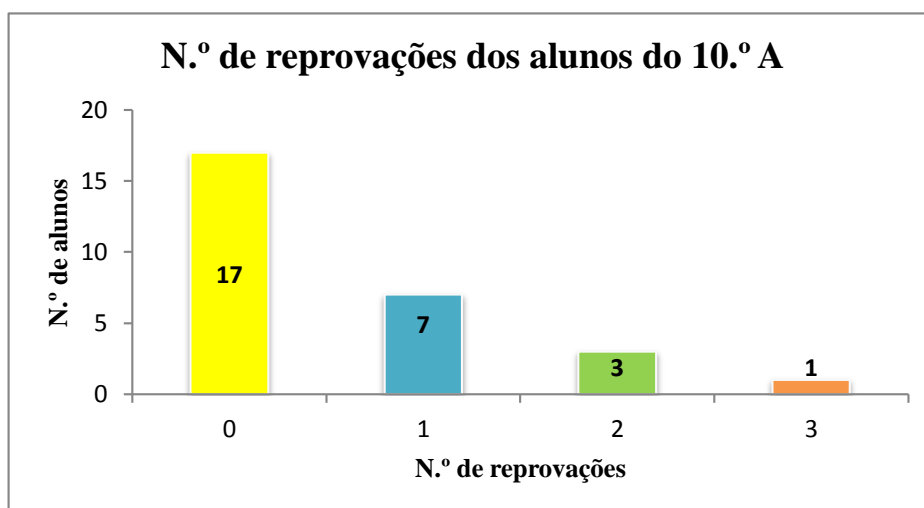


Gráfico 3.2: Reprovações dos alunos da turma A do 10.º ano.

Quando questionados se tinham dificuldade ou não na disciplina de Física e Química (baseando-se na sua experiência na disciplina de Ciências Físico-Químicas do 3.º ciclo ou na própria disciplina no caso do aluno ter reprovado), 16 alunos responderam que não. Os restantes responderam que sim ou “mais ou menos”. No caso destes alunos, a causa mais apontada para as dificuldades foi o nível de dificuldade da disciplina. Um aluno respondeu que não tinha aprendido “as bases necessárias para a matéria de 10.º”, e outro

aluno respondeu que não conseguia “perceber muitas das fórmulas e dos problemas”. Cinco dos alunos da turma responderam que nos anos anteriores não tinham feito trabalhos experimentais em laboratório.

Em relação à vida familiar, dos vinte e oito alunos considerados, vinte e um vivem com o pai e a mãe e nove alunos vivem com apenas com um dos pais. Sete alunos não têm irmãos; catorze alunos têm um irmão; cinco alunos têm dois irmãos; um aluno tem três irmãos, e um aluno tem quatro irmãos.

Apenas um aluno respondeu que não tinha computador e dezoito alunos ainda não possuíam máquina calculadora gráfica no início do ano. Vinte e um alunos responderam que tinham máquina fotográfica digital e cinco alunos responderam que não possuíam uma *pendrive*. Todos os alunos indicaram um endereço de correio eletrónico.

Um aluno respondeu que ainda não sabia se pretendia aceder ao ensino superior, os restantes responderam que pretendiam frequentar o ensino superior. Sete alunos ainda não tinham ideia sobre o curso que pretendiam seguir. Os cursos mencionados pelos alunos que responderam que sim foram: fisioterapia, desporto, enfermagem, astrofísica e ciências veterinárias.

3.1.2 Turma 9.º B

Os alunos da turma do 9.º B tiveram três tempos letivos de Ciências Físico-Químicas por semana, sendo cada tempo letivo de cinquenta minutos. Um destes tempos letivos foi de carácter prático-laboratorial e lecionado sempre no laboratório de Física ou de Química. Nas aulas prático-laboratoriais os alunos estavam divididos por turnos. Nas restantes duas aulas a turma estava toda junta.

No início do ano a turma continha vinte e seis alunos e este número manteve-se até ao final do ano. A distribuição dos alunos por idades encontra-se apresentada no Gráfico 3.3. A idade considerada para a construção do gráfico foi a idade que os alunos completaram no ano de 2013.

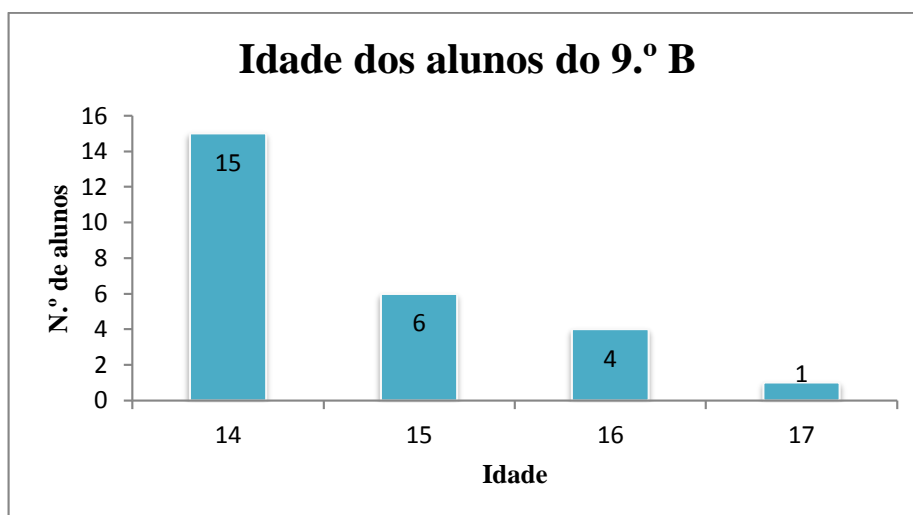


Gráfico 3.3: Idade dos alunos da turma B do 9.º ano.

O Gráfico 3.4 contém informação sobre o número de reprovações dos alunos. Dos sete alunos que reprovaram uma vez, três reprovaram no 6.º ano; um aluno reprovou no 8.º ano; um aluno reprovou no 7.º ano, e um aluno reprovou no 4.º ano. Dos três alunos que reprovaram duas vezes, um aluno reprovou duas vezes no 7.º ano; outro aluno reprovou duas vezes no 9.º ano e o restante reprovou no 7.º e 9.º ano.

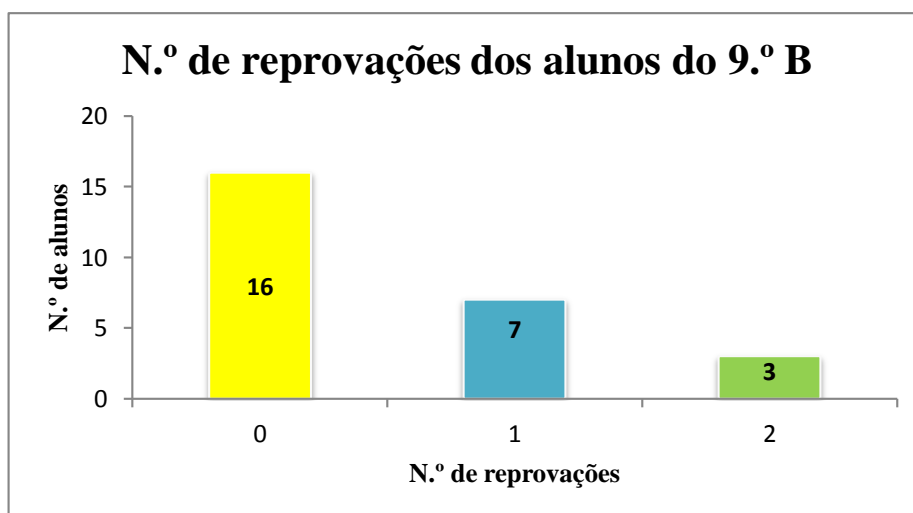


Gráfico 3.4: Reprovações dos alunos da turma B do 9.º ano.

Quando questionados se tinham dificuldade ou não na disciplina de Ciências Físico-Químicas, 16 alunos responderam que não. Os restantes responderam que sim ou “mais ou menos”. No caso destes alunos, a causa mais apontada para as dificuldades foi o nível de dificuldade da disciplina. Quatro dos alunos da turma responderam que nos anos anteriores não tinham feito trabalhos experimentais em laboratório.

Em relação à vida familiar, dos vinte e seis alunos, dezasseis vivem com o pai e a mãe, sete alunos vivem com apenas com um dos pais, dois alunos vivem com os avós e um aluno vive com os seus tios. Dois alunos não têm irmãos; nove alunos têm um irmão; nove alunos têm dois irmãos; quatro alunos têm três irmãos; um aluno tem cinco irmãos, e um aluno tem sete irmãos.

Apenas um aluno respondeu que não tinha computador e quatro alunos não tinham ligação à internet no local onde estudam. Dezasseis alunos responderam que tinham máquina fotográfica digital e cinco alunos responderam que não tinham uma pendrive. Todos os alunos indicaram um endereço de correio eletrónico.

Dois alunos responderam que não pretendiam aceder ao ensino superior; quatro alunos responderam que ainda não sabiam e os restantes responderam que pretendiam frequentar o ensino superior. Onze alunos ainda não tinham ideia sobre o curso que pretendiam seguir. Dos alunos que responderam que sim e que indicaram o curso, três dos alunos disseram que pretendiam seguir o curso de desporto, dois alunos indicaram engenharias, um aluno indicou medicina e outro aluno um curso de fotografia.

3.2 Aulas lecionadas

Como resposta à crescente falta de interesse dos jovens europeus na área das ciências e matemática, a Comissão Europeia formou um painel de peritos, presidido por Michel Rocard, para elaborar um relatório que combata esta falta de interesse. Neste relatório, a forma como a ciência é abordada na escola é apontada como principal causa do crescente desinteresse dos jovens. Assim, o relatório recomenda várias práticas pedagógicas para alterar a maneira como se ensina ciência atualmente. Uma das práticas recomendadas é que “a didática da ciência deve ser encaminhada do método dedutivo para o método de investigação” (Rocard *et al.*, 2007, pág. 2). Esta didática do método de investigação (*Inquiry-based science education*) é descrita como uma abordagem de ensino que “dá mais espaço à observação e experimentação e construção em que a criança constrói o seu conhecimento, orientada pelo professor” (Rocard *et al.*, 2007, pág. 9).

Rutherford e Ahlgren falam sobre uma qualidade da compreensão; recomendam que “as escolas devam selecionar os conceitos e as capacidades mais importantes a salientar, de modo a poderem concentrar-se na qualidade da compreensão e não na quantidade de informação apresentada.” (Rutherford e Ahlgren, 1995, pág. 172). Estes autores

consideram que as “experiências concretas são extremamente eficazes na aprendizagem quando ocorrem no contexto de alguma estrutura conceptual relevante” (Rutherford e Ahlgren, 1995, pág. 173). Referem também que os professores não se devem esquecer que a aprendizagem de abstrações é difícil para o aluno e que muitas vezes o que os professores assumem como aprendido é apenas resultado da memorização de termos técnicos que os alunos não compreendem.

O ensino da Ciência não deve fazer do aluno um recetor passivo da informação. Uma disciplina de ciências é uma disciplina onde a curiosidade e a criatividade têm sempre lugar. Há determinadas técnicas associadas à ciência, matemática e tecnologia que os alunos necessitam de desenvolver, que são instrumentos essenciais na aprendizagem de qualquer área do conhecimento. A natureza de colaboração do trabalho científico e tecnológico deve ser reforçada pelo professor, através de atividades de grupo frequentes na sala de aula. Tal como a Ciência é caracterizada tanto pelo ceticismo como pela abertura, também nos alunos deve ser incutido a importância da reflexão cuidadosa sobre ideias que inicialmente podem achar estranhas em relação às suas convicções prévias.

De acordo com o novo programa nacional de Física e Química A (Fiolhais *et al.*, 2014, pág.3), as finalidades desta disciplina são:

- “Proporcionar aos alunos uma base sólida de capacidades e de conhecimentos da física e da química, e dos valores da ciência, que lhes permitam distinguir alegações científicas de não científicas, especular e envolver-se em comunicações de e sobre ciência, questionar e investigar, extraindo conclusões e tomando decisões, em bases científicas, procurando sempre um maior bem-estar social;
- Promover o reconhecimento da importância da física e da química na compreensão do mundo natural e na descrição, explicação e previsão dos seus múltiplos fenómenos, assim como no desenvolvimento tecnológico e na qualidade de vida dos cidadãos em sociedade;
- Contribuir para o aumento do conhecimento científico necessário ao prosseguimento de estudos e para uma escolha fundamentada da área desses estudos.”

As orientações curriculares para as disciplinas de Ciências Físicas e Naturais (as disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais) do ensino básico referem o

desenvolvimento da literacia científica dos alunos como um objetivo importante destas disciplinas. Também consideram que o desenvolvimento de competências nos diferentes domínios que constituem a literacia científica exige o envolvimento do aluno no processo ensino aprendizagem, o que lhe é proporcionado pela vivência de experiências educativas diferenciadas. (Galvão *et al.*, 2001)

No planeamento das aulas que lecionei tentei não esquecer tudo o que li sobre a natureza do ensino da Ciência. Nem sempre consegui pôr em prática o que tinha idealizado, ou o que tinha idealizado nem sempre se revelou ser o mais adequado, mas tentei, por exemplo, adotar durante as minhas aulas o método de investigação mencionado no relatório de Rocard e incentivar nos meus alunos uma aprendizagem que vá para além da memorização.

Durante o meu estágio lecionei aulas em duas alturas distintas. A primeira altura correspondeu a duas semanas no início do 2.º Período: do dia 13 ao dia 24 de Janeiro. Durante a primeira semana lecionei 3 aulas à turma de 9.º ano e na segunda semana lecionei 5 aulas à turma de 10.º ano. A segunda altura correspondeu a cerca de uma semana no final do segundo período: do dia 6 ao dia 14 de Março. Nesta altura lecionei as aulas do 10.º e 9.º ano ao mesmo tempo.

3.2.1 Aulas do 10.º ano de Física e Química A

As aulas de 10.º ano que lecionei na semana de 20 a 24 de Janeiro enquadraram-se na Unidade 2 – “Na Atmosfera da Terra: Radiação, Matéria e Estrutura”, da Componente de Química. Fiquei encarregue de preparar e lecionar aulas sobre os pontos “2.3. Interação radiação-matéria” e “2.4. O ozono na estratosfera” do programa nacional para a disciplina de Física e Química A. No Anexo 1 apresento os guias/resumos de aula que elaborei para cada aula, na altura que as lecionei. As imagens apresentadas nos guias foram imagens que foram projetadas em aula.

Nesta primeira fase de leção cometi alguns erros. Na primeira aula, na aula do dia 21/01/14, os alunos, talvez por se depararem com uma nova professora, permaneceram silenciosos durante os 100 minutos de aula, e quando colocava alguma questão, havia sempre um aluno ou dois que respondiam corretamente. Isto fez-me assumir, erradamente, que todos os alunos estavam a perceber e a acompanhar a aula perfeitamente e por isso, no fim dos primeiros 50 minutos, tinha abordado tudo o que

tinha planejado para os 100 minutos. Acabei por avançar para os conteúdos que tinha programado para a aula do dia seguinte. Talvez tenha elaborado um plano de aula demasiado curto mas creio que o erro esteve na velocidade com que lecionei a aula. De qualquer maneira, nesta primeira aula e em todas as aulas que lecionei, tentei sempre que a participação dos alunos fosse a máxima. Tentei sempre colocar questões, pedir que os alunos tentassem explicar o que tinha acabado de dizer, estar aberta a qualquer dúvida que os alunos poderiam ter.

Tentei também, e nem sempre fui bem-sucedida, que as aulas se desenrolassem sempre a partir de questões. Antes de abordar um assunto, tentei primeiro pôr os alunos a pensar sobre o que já sabiam do assunto, para que o novo conhecimento que iriam adquirir se conciliasse com o que já sabiam.

Uma técnica que adotei nesta primeira fase e que mantive para as aulas posteriores, foi a análise em conjunto de um gráfico ou de uma imagem ou de uma tabela, para tentar fazer ver aos alunos a importância da leitura correta de informação disposta destas maneiras.

Uma das atividades que pareceu agradar aos alunos foi a visualização do filme sobre a descoberta do buraco da camada do ozono, na aula de 22/01. Pareceu-me que a maior parte dos alunos demonstraram entusiasmo a responder às perguntas colocadas a partir de informação recolhida do filme. A aula laboratorial de 23/01 (realização de uma atividade experimental onde medimos a intensidade da radiação UV com o objetivo de comparar o efeito protetor de diferentes óculos de sol e protetores solares) também pareceu agradar aos alunos. Tentei, nesta aula, elaborar o protocolo da experiência em conjunto com os alunos antes de começarmos a atividade experimental.



Figura 3.1: Pulseira de “UV beads” utilizada na aula laboratorial de 22 de Janeiro sobre radiação UV. As contas da pulseira só são coloridas quando iluminadas com radiação UV.

Na segunda altura em que lecionei aulas ao 10.º ano, no período de 5 a 14 de Março, fiquei encarregue de preparar as aulas práticas correspondentes às A.L. 1.2 – “Energia elétrica fornecida por um painel fotovoltaico” e A.L. 1.3 (B) – “Capacidade térmica mássica”, e as aulas teóricas correspondentes ao ponto “2. A Energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas”, da Unidade 1 do Módulo de Física. Apresento na página 25 e 26 o plano de aula para a aula teórica do dia 11/03/14 (Tabela 3.1) e o plano de aula para a aula laboratorial do dia 13/03/14 (Tabela 3.2).

Na aula do dia 11/03 pretendia abordar as transferências de energia por calor e trabalho partindo de duas situações concretas que os alunos puderam observar durante a aula. Na primeira situação utilizei um conjunto de pequenas esferas de chumbo colocadas num pequeno recipiente de plástico e um tubo de cartão com cerca de 50 cm de comprimento. O recipiente (uma caixa de plástico de rolos de máquina fotográfica) com as esferas foi colocado no tubo oco de cartão e com a assistência de um aluno, o tubo com as esferas de chumbos foi invertido 30 vezes (Figura 3.2). Mediu-se e registou-se a temperatura das esferas antes e depois das 30 quedas das esferas.



Figura 3.2: Tubo utilizado para inverter o recipiente contendo as esferas de chumbo.

Para a segunda situação trouxe para a aula um barquinho “pop pop” (construído a partir das instruções do site <http://www.manualdomundo.com.br/2012/04/como-fazer-um-barco-a-vapor-barquinho-pop-pop>) e um recipiente que enchi com água para os alunos poderem ver o barquinho a movimentar-se (Figura 3.3).



Figura 3.3: Barquinho pop-pop.

A aula prática de dia 13/03 foi iniciada com uma revisão dos objetivos e conceitos que iriam ser trabalhados na atividade laboratorial. Coloquei as questões listadas no plano de aula apresentado e resolvi-as em conjunto com os alunos. Apenas na explicação da construção do gráfico Q versus $m \cdot \Delta\theta$ para se obter o declive da linha de tendência, adotei um método mais expositivo. Neste princípio de aula deveria ter pedido aos alunos que desenhassem em esquema as transferências de energia que iam fazer ocorrer no processo de aquecimento do bloco metálico. Também deveria ter questionados os alunos sobre os possíveis erros que iriam afetar cada uma das medidas.

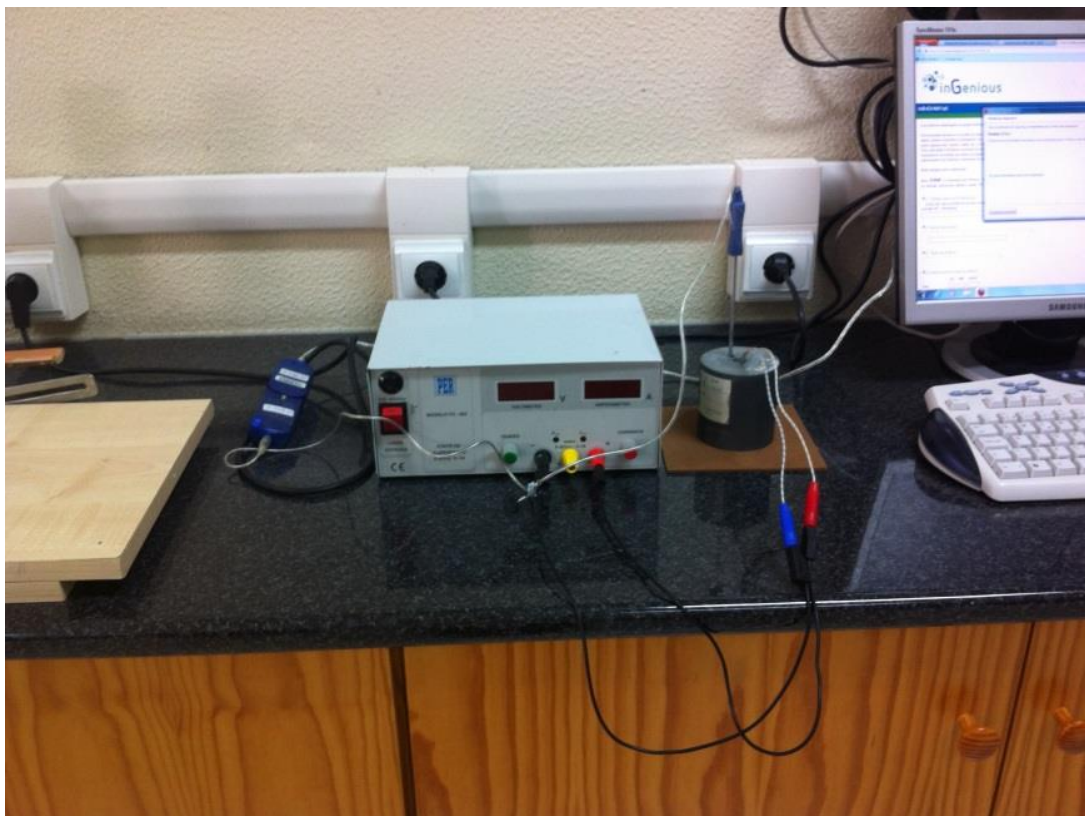


Figura 3.4: Material utilizado na determinação da capacidade térmica mássica do bloco de metal desconhecido.

Durante o ano letivo fiquei encarregue de elaborar os Critérios de Correção de todos os testes de avaliação da turma do 10.º A.

| Sumário: AL 1.3. Capacidade térmica mássica (100 minutos) | | |
|--|--|---|
| Aprendizagens a promover | Estratégias/Atividades | Recursos |
| <p>Capacidade térmica mássica</p> <p>Medição de Grandezas</p> <p>Determinação de medidas indiretas</p> <p>Pesquisa de regularidades utilizando gráficos</p> <p>Linha de tendência ou linha de ajuste</p> | <p>Os alunos deverão recapitular os objetivos da atividade e os conceitos de transferência de calor e capacidade térmica mássica a partir das seguintes perguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como posso calcular uma transferência de energia sob a forma de calor? Que grandezas preciso de medir? • O que é a capacidade térmica mássica? Qual é a capacidade térmica do alumínio, sabendo que ao fim de transferir 0,97 kJ de energia para um bloco de 1 kg de alumínio, a sua temperatura subiu de 22°C para 23°C? Sabendo que a capacidade térmica mássica da água líquida é de 4,18 kJ/(kg · K), quanto calor necessito de transferir para 1 L de água para subir a sua temperatura de 20°C para 22°C? • Qual é o objetivo da atividade laboratorial que vão realizar? Que grandezas vão precisar de medir e com que material? Que grandezas vão precisar de calcular? • Como vão organizar os dados de temperatura recolhidos? A partir dos dados de temperatura recolhidos, como vão calcular a energia transferida e a capacidade térmica mássica? <p>Os alunos deverão utilizar uma folha de cálculo para apresentarem os valores de temperatura medidos, para calcularem o produto $m \cdot \Delta\theta$ e a energia transferida para cada intervalo de tempo, para construírem o gráfico Q versus $m \cdot \Delta\theta$ e obterem o declive da linha de tendência. Com a capacidade térmica mássica obtida pelo declive da linha de tendência, os alunos deverão pesquisar na internet ou no seu manual de que metal é feito o bloco que utilizaram na experiência.</p> <p>Os alunos deverão realizar um relatório da atividade laboratorial efetuada.</p> | <p>Por grupo de trabalho:</p> <p>Fonte de alimentação</p> <p>Resistência elétrica</p> <p>Blocos metálicos</p> <p>Termómetro ou sensor de temperatura</p> <p>Glicerina</p> <p>Balança</p> <p>Telemóvel com máquina fotográfica</p> |

Tabela 3.1: Plano de aula do dia 13 de Março.

| Sumário: Variação da energia interna de um sistema pela transferência de calor e de trabalho. (50 minutos) | | |
|--|--|---|
| Aprendizagens a promover | Estratégias/Atividades | Recursos |
| <p>Como se pode fazer variar a energia interna de um sistema?</p> <p>Transferências de energia por calor e por trabalho.</p> | <p>Os alunos deverão observar dois exemplos práticos onde há aumento da energia interna de um sistema pela transferência de calor e pelo trabalho de uma força. Após a observação deverão explicar o que aconteceu a cada um dos sistemas considerados.</p> <p>Acerca da experiência do 1.º exemplo, os alunos deverão ser capazes de responder:</p> <ul style="list-style-type: none"> A temperatura das esferas vai aumentar ou diminuir com a inversão do tubo? A energia interna das esferas vai aumentar ou diminuir com este procedimento? Como se pode calcular a variação da energia interna das esferas que ocorreu após a inversão do tubo? Que transferências de energia ocorreram durante o procedimento? Qual é a força que está a realizar trabalho sobre as esferas quando se inverteu o tubo? Como se pode calcular o trabalho desta força? O trabalho calculado vai ser menor, igual, ou maior que a variação da energia interna das esferas? <p>No segundo exemplo os alunos observam uma transformação de calor em trabalho pelo funcionamento de um barquinho pop pop. Acerca desta experiência, os alunos deverão ser capazes de responder:</p> <ul style="list-style-type: none"> O que está a fazer o barquinho movimentar-se? Para onde está a ser transferido calor e que forças estão a realizar trabalho? O que está a acontecer à energia interna da água que está a fazer movimentar o barquinho? | <p>Material:</p> <p>Esferas de chumbo</p> <p>Caixa de rolos de máquina fotográfica</p> <p>Tubo de cartão com pelo menos 50 cm</p> <p>Sensor de temperatura ou termómetro</p> <p>Barquinho pop pop</p> |

Tabela 3.2: Plano de aula do dia 11/03.

3.2.2 Aulas do 9.º ano de Ciências Físico-Químicas

As aulas de 9.º ano que lecionei na semana de 13 a 17 de Janeiro faziam parte do Capítulo I do Tema D – “Viver Melhor na Terra” da componente de Física do programa nacional de Ciências Físico-Químicas. Fiquei encarregue de preparar e lecionar aulas sobre o ponto “1.2. Características dos movimentos”. No Anexo 2 apresento os guias/resumos de aula que elaborei para cada aula, na altura que as lecionei.

A aula teórica de 14/01/14 deveria ter sido iniciada por uma introdução sobre a Física como ciência, visto que era a primeira aula do ano letivo para os alunos nesta componente. Assim, iniciei a aula a mostrar e analisar um movimento específico mas não expliquei porque estávamos a fazê-lo, e porque é importante estudarmos o movimento dos corpos. O plano de aula não foi bem programado, tendo acabado a aula quando os alunos estavam a esboçar o gráfico posição/tempo e não tive tempo para abordar a grandeza rapidez média, como tinha planeado inicialmente. Também não defini trajetória, apesar de me referir ao conceito durante a aula, o que pode ter sido confuso para os alunos. O cálculo da distância percorrida e do deslocamento do carrinho, apesar de considerar uma etapa importante para o exercício em questão, não era suficiente para explicar bem aos alunos a diferença entre estas duas grandezas. Não especifiquei que o gráfico posição/tempo era um gráfico de dispersão (uma grandeza física num eixo e outra grandeza no outro eixo) e constatei, com alguma surpresa, que quase todos os alunos esboçaram um gráfico de barras.



Figura 3.5: Aluna a resolver um exercício no quadro na aula de 14 de Janeiro, traçando um gráfico a partir de uma tabela e utilizando uma régua.

Apesar destas falhas, penso que o exercício de mover o carrinho de acordo com dados apresentados sob a forma de tabela e mais tarde organizá-los em gráfico, é um bom exercício para iniciar o estudo do movimento.

Em relação à aula prática de dia 16/01/14, considero que a atividade ~~planeado~~planeada foi uma boa ideia e que agradou aos alunos. Nesta atividade, que se realizou fora da sala de aula, os alunos tinham que estimar distâncias, calcular a rapidez média de três movimentos, e correr ou andar determinadas distâncias na rapidez média pedida. No entanto, esta aula deveria ter acontecido quando já tinha sido introduzido aos alunos a grandeza a rapidez média, como tinha planeado para a aula anterior mas que não consegui completar o plano de aula como previsto. Assim, antes de nos dirigirmos ao exterior e os alunos começarem a fazer os exercícios, tive que explicar como se calculava a rapidez média e como converter m/s em km/h. Talvez por esta explicação ter sido demasiado rápida, poucos alunos conseguiram realizar o exercício 3 da ficha, e os que fizeram,

apenas conseguiram realizar a primeira alínea, onde a rapidez média estava expressa em m/s. Mesmo assim, os alunos conseguiram fazer corretamente os exercícios 1 e 2 e mostraram entusiasmo na realização da ficha de trabalho.

A aula de 17/01/14 foi toda dedicada à análise do gráfico da posição em função do tempo do último movimento do carrinho da aula de 14.01. Penso que correu bem, mas não tivemos tempo de corrigir o trabalho de casa. Na introdução da grandeza velocidade não representei o vetor sobre a trajetória, nem mencionei que este vetor é sempre representado sobre a trajetória, o que devia ter dito e reforçado.

A segunda altura em que lecionei aulas ao 9.º ano compreendeu o período de 6 a 14 de Janeiro. As aulas incidiram sobre os pontos “2.5. As forças e a rotação dos corpos”, “2.6. Equilíbrio dos corpos apoiados e segurança dos veículos” e “2.7. Impulsão”. Os guias das aulas encontram-se no Anexo 3. Nesta segunda altura, além de lecionar as aulas, fiquei encarregue de elaborar uma ficha de avaliação em conjunto com a minha colega Susana Camacho, a aplicar à turma do 9.º B (a turma a que lecionei aulas) e à turma do 9.º C (a turma a que minha colega lecionou aulas). A ficha de avaliação encontra-se no Anexo 4. Durante o ano letivo fiquei também encarregue de corrigir todos os testes de avaliação da turma do 9.ºB.

4 Atividades não curriculares

4.1 Direção de turma

“O diretor de turma (...) enquanto coordenador do plano de trabalho da turma, é particularmente responsável pela adoção de medidas tendentes à melhoria das condições de aprendizagem e à promoção de um bom ambiente educativo, competindo-lhe articular a intervenção dos professores da turma e dos pais e encarregados de educação e colaborar com estes no sentido de prevenir e resolver problemas comportamentais ou de aprendizagem.” (Ponto 2 do artigo 5.º da Lei n.º 30/2002, de 20 de Dezembro)

Aprendi durante o meu estágio que ser diretor de turma é uma função multifacetada e de grande importância. Um diretor de turma tem que assumir o papel de um professor dinamizador de projetos, coordenador de uma equipa de trabalho, relações públicas e mediador de conflitos, mesmo quando o seu cargo não é devidamente valorizado (Oliveira, 2010).

Durante o ano letivo acompanhei, pelo menos uma hora por semana, a Prof. Filomena Mimoso, diretora de turma do 9.º B, nas suas tarefas de direção de turma. Aprendi a trabalhar com o software onde se registam as faltas e as classificações finais de cada período dos alunos; a elaborar o Plano de Turma (PT) no início do ano letivo; o que fazer quando um aluno excede o limite de faltas injustificadas a uma disciplina ou há uma ocorrência indisciplinar; como planear e aplicar medidas corretivas em caso de indisciplina; como preparar uma reunião de pais no final de cada período, e como preparar uma reunião de conselho de turma no final de cada período.

Três alunos da turma do 9.º B ultrapassaram o número limite de faltas de disciplinares e foi-lhes aplicada uma medida corretiva, decidida pelo conselho de turma e que a diretora de turma se certificou que foi cumprida. Houve também inúmeros alunos que excederam o limite de faltas injustificadas, principalmente à disciplina de Educação Física mas também a outras disciplinas, durante o ano letivo. Um aluno teve mesmo que realizar um exame para evitar a reprovação a meio do 2.º período a Educação Física, pois já tinha atingido e ultrapassado o limite de faltas injustificadas que o reprovava automaticamente.

No geral, fiquei surpreendida com a falta de assiduidade dos alunos. Na reunião de conselho de turma do final do 1.º período, os professores decidiram que não iriam planear nenhuma visita de estudo para os alunos, nem realizar as que já tinham planeado, por causa do mau comportamento exibido durante o 1.º período. Uma aluna de origem brasileira estava a frequentar o primeiro ano numa escola portuguesa e teve algumas dificuldades de adaptação e problemas de relacionamento com os restantes colegas. No final do ano, 8 alunos reprovaram (tiveram pelo menos 4 negativas) e tiveram que se inscrever nos exames de Português e Matemática, como alunos externos.

Apreendi também um pouco mais sobre como deve funcionar o contato entre o diretor de turma e o encarregado de educação. Já sabia previamente que a relação pais-escola é importante para o sucesso dos alunos e fiquei a saber como o diretor de turma é um dos principais protagonistas nesta relação.

4.2 Visitas de estudo

Krepel e Duval (1981) definem uma visita de estudo como uma viagem com um intuito educativo, onde os alunos interagem com o ambiente, exposições e exposições para ganhar uma ligação empírica com as ideias, conceitos e matérias curriculares. Tal e Morag (2009) descrevem visitas de estudo como experiências fora da sala de aula em locais interativos, planeadas com um propósito educacional. De acordo com Behrendt e Franklin (2014), as visitas de estudos podem ser planeadas para cinco propósitos:

- Providenciar uma experiência em primeira mão;
- Estimular o interesse e motivação na Ciência;
- Elevar a relevância da aprendizagem e das relações interpessoais,
- Fortalecer as capacidades de observação e perceção;
- Promover o desenvolvimento social e pessoal.

Durante o meu estágio pude acompanhar o Prof. Carlos Cunha em várias visitas de estudo o que me deu a oportunidade de observar as vantagens mencionadas acima. De seguida descrevo brevemente as visitas que acompanhei.

4.2.1 Visitas de estudo do 12.º ano

O Prof. Carlos Cunha organizou várias visitas de estudo para a turma de 12.º ano. Durante o 1.º Período visitámos a Escola Prática de Artilharia de Vendas Novas, onde os alunos assistiram a uma aula sobre lançamento de projéteis, adaptada ao uso militar. Após a aula, simularam um lançamento de projétil de artilharia no equipamento usado pela escola.



Figura 4.1: Entrada da Escola Prática de Artilharia de Vendas Novas.

No 2.º Período acompanhei os alunos numa visita à Base Naval do Marinha Portuguesa no Alfeite onde assistiram a uma pequena palestra sobre hidrodinâmica aplicada ao movimento dos submarinos e de seguida visitarem o submarino português que se encontrava atracado na Base (Figura 4.2).



Figura 4.2: Submarino que visitámos na Base Naval.

Na visita à Academia da Força Aérea, os alunos assistiram a uma aula de aerodinâmica, onde tiveram a oportunidade de ver o túnel de vento a funcionar, e a exposição de

aeronaves não tripuladas (UAV). Ficaram também a conhecer os cursos superiores oferecidos pela Academia.



Figura 4.3: Túnel de vento e Exposição de UAVs, na Academia da Força Aérea.

No âmbito na Unidade 3, “Física Moderna”, do programa da disciplina de Física, os alunos visitaram o Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN). Assistiram a uma palestra sobre o Instituto e fizeram uma visita guiada às instalações, nomeadamente o reator de investigação e diversos laboratórios.

4.2.2 Visita de estudo do 10.º ano

Fiquei responsável por organizar a visita de estudo da turma 10.º A ao Jardim Horto-Camões e ao Centro de Ciência Viva de Constância. O Jardim Horto-Camões contém espécies de plantas referidas nos Lusíadas, um painel de azulejos que reproduz o perfil dos três continentes percorridos por Luís de Camões, um Jardim de Macau, um pequeno auditório com uma reprodução do Planetário de Ptolomeu, uma esfera armilar, um poço árabe e uma âncora do séc. XVII recuperada no Tejo e classificada pelo Museu da Marinha. A visita foi acompanhada por uma guia que fez um resumo muito interessante da vida de Camões no início e que manteve os alunos interessados durante toda a visita ao Jardim.



Figura 4.4: Jardim Horto-Camões.

A tarde e o começo da noite foram passadas no Centro de Ciência Viva de Constância. A visita começou com uma palestra sobre o Sol e de seguida os alunos dirigiram-se ao Observatório Solar. Neste pequeno edifício observaram o Sol e manchas solares através de um celóstato e identificaram elementos químicos no espectro solar. Assistiram também a uma sessão de planetário durante a tarde. Depois de jantar, os alunos observaram planetas, constelações e até uma galáxia pelo telescópio do Centro de Ciência Viva.



Figura 4.5: Zona exterior do Centro de Ciência Viva de Constância.

4.2.3 Visita de estudo ao CERN

Na semana de 14 a 18 de Abril tive a oportunidade de ir a Genebra visitar o CERN com o Prof. Carlos Cunha, organizador da visita, 10 alunos e as minhas colegas de curso. Foi uma oportunidade única e muito enriquecedora para a minha formação como docente de Física e Química. Não só porque ao observar o Prof. Carlos a planear e organizar a

visita de estudo, aprendi como poderia um dia visitar a organização com os meus futuros alunos, mas também porque a visita em si foi inspiradora e pedagógica.

Partimos de Portugal no dia 14 de Abril de manhã e passámos o resto desse primeiro dia a visitar a cidade de Genebra. Durante os 4 dias da visita ficámos alojados no hostel do CERN e a maior parte das refeições foram feitas na cantina do recinto. O dia 15 de Abril foi dedicado à visita do CERN. Começamos por ser recebidos pelo Engenheiro João Bento, que fez uma apresentação sobre a organização e de seguida levou-nos a visitar o edifício onde está localizada a entrada e a sala de controlo para os aceleradores LINAC 3 e LINAC 4, e onde está também localizado o acelerador LEIR.

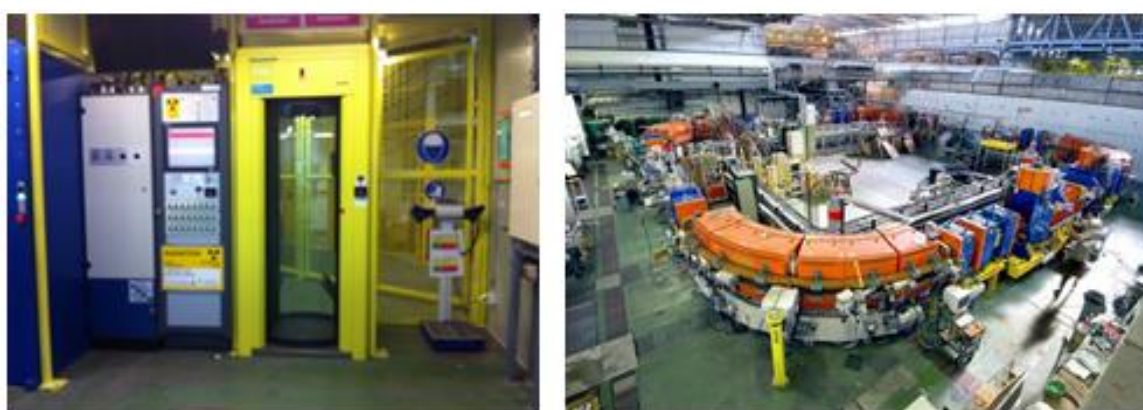


Figura 4.6: Entrada para LINAC 3 e acelerador LEIR.

A seguir a esta visita fomos acompanhados pelo Dr. Mick Storr que nos deu uma aula prática sobre raios cósmicos que se revelou ser a atividade que mais gostei de toda a visita de estudo. Construímos uma “cloud chamber” para observar raios cósmicos que foi simples de construir e muito eficaz para a observação dos raios. Para além de me fornecer uma ideia de atividade laboratorial para realizar com os meus futuros alunos, também aprendi muito com a forma como o Dr. Storr lecionou a aula. Foi uma aula dada em inglês sobre um assunto que os alunos não tinham muito conhecimento prévio e que durou cerca de duas horas. No entanto, todos os alunos mantiveram-se interessados e participativos.



Figura 4.7: Material para a construção do “Cloud Chamber” e “Cloud Chamber” montado.

Durante a tarde fomos guiados pelo Dr. José Carlos da Silva, que nos levou à sala de controlo do detetor AMS, o detetor que está acoplado à Estação Espacial Internacional e que tem como objetivo detetar matéria escura e antimatéria no espaço.



Figura 4.8: Entrada da sala de controlo do detetor AMS.

De seguida fomos visitar o detetor CMS, um dos quatro detetores de partículas do grande acelerador LHC. Como na altura da visita o CERN encontrava-se em manutenção, o Prof. Carlos pediu ao nosso guia se era possível descermos até ao detetor. Assim, além de visitarmos a sala de controlo do CMS e todo o equipamento de processamento de dados do detetor, localizado à superfície, também tivemos a oportunidade de descermos até ao túnel do LHC e ao detetor CMS.



Figura 4.9: Detetor CMS.

Visitámos também: (a) a fábrica onde os inúmeros magnetos que fazem parte dos aceleradores e detetores do CERN foram montados; (b) a exposição Microcosmos; (c) a exposição “Globe of Science and Innovation”.

Nos últimos dois dias visitámos ainda o edifício das Nações Unidas, o museu da Cruz Vermelha e o museu de História da Ciência de Genebra.



Figura 4.10: O grupo da visita ao CERN no aeroporto de Genebra.

Penso que esta visita proporcionou um incentivo muito grande para os alunos escolherem cursos superiores e carreiras na área da Ciência e Tecnologia.

Parte II – Estudo de Investigação Educacional

5 Um estudo sobre a capacidade de interpretar dados na resolução de um problema

5.1 Introdução

Com este estudo pretendi analisar a capacidade de interpretação de dados necessários para a resolução de um problema de balanços energéticos, na produção de energia fotovoltaica, e também saber se a resolução do problema contribuiu ou não para uma aprendizagem significativa nos alunos. Participaram no estudo os alunos da turma do 10.º A.

No decurso do meu estágio reparei que muitos alunos, quando confrontados com um problema, não compreendiam verdadeiramente a informação que era fornecida no seu enunciado, nem dedicavam tempo adequado para refletir no que era pedido. A correta resolução do problema para o aluno parecia depender apenas de se o aluno já teria anteriormente resolvido problemas semelhantes e se se lembrava dos “passos” da resposta. A hipótese que coloco neste estudo é que uma correta interpretação dos dados fornecidos para a resolução de um problema é uma etapa fundamental para a sua compreensão. Visto que o problema que me permitiu estudar esta hipótese foi um cujo método de resolução foi concebido por mim, coloco também uma segunda hipótese com este estudo: a resolução de problemas contribui para uma melhor e verdadeira compreensão de problemas semelhantes que os alunos se depararam e irão deparar.

A atividade que permitiu desenvolver a investigação consistiu num problema de cálculo de uma área de painéis fotovoltaicos necessária para fornecer o consumo de energia elétrica de uma habitação. Foi colocado aos alunos da turma de Física e Química do 10.º ano, do curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias, sob a forma da seguinte questão:

“Qual é a área de painéis fotovoltaicos necessária para fornecer a energia elétrica consumida na minha casa?”.

Foi escolhido este problema porque se enquadra no programa da componente de Física da disciplina: na Unidade 1 estudam-se as transferências de energia sobre a forma de radiação e na Atividade Laboratorial 1.2 os alunos montam um circuito elétrico utilizando

uma célula fotovoltaica como gerador, e calculam para que valor de resistência do circuito a potência fornecida pela célula é máxima. Foi na aula anterior a esta aula laboratorial da Atividade 1.2 que introduzi aos alunos o problema do projeto de investigação, para que no final da aula laboratorial fosse possível discutir em conjunto a primeira etapa da resolução do problema. No Módulo Inicial da componente de Física é também brevemente explorada a situação energética mundial, onde são descritas as vantagens e desvantagens do uso de fontes de energia renováveis e não renováveis, temas que foram também abordados na realização do problema deste projeto. O cálculo de uma área de painéis fotovoltaicos, o cálculo do rendimento de um painel fotovoltaico ou o cálculo da potência fornecida por um painel são problemas que surgem frequentemente nos exames nacionais e testes intermédios de Física e Química. Um exemplo típico é a questão seguinte, que fez parte do exame de Física e Química A da Época Especial, em 2010.

6. Numa aula laboratorial, um grupo de alunos montou um circuito eléctrico, constituído por um painel fotovoltaico, um reóstato e aparelhos de medida adequados. Fazendo incidir no painel a radiação proveniente de uma lâmpada, os alunos realizaram as medições necessárias para determinarem a potência fornecida ao circuito, P , em função da resistência, R , introduzida pelo reóstato. Com os resultados obtidos, os alunos construíram o gráfico representado na Figura 4.

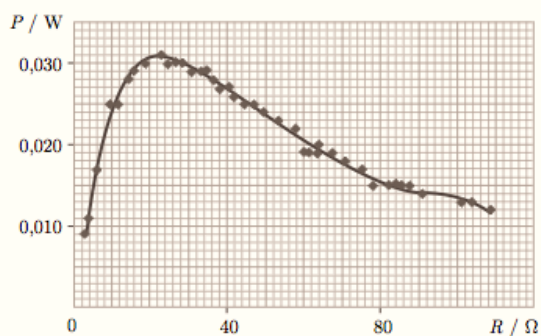


Figura 4

- 6.1. Selecciona a única opção que permite obter uma afirmação correcta.

Para poderem determinar o valor da potência fornecida ao circuito, os alunos mediram a diferença de potencial nos terminais do painel fotovoltaico e...

- (A) a temperatura do painel.
- (B) a intensidade de corrente no circuito.
- (C) o intervalo de tempo durante o qual o painel esteve ligado.
- (D) a resistência introduzida pelo reóstato.

- 6.2. Indique o valor da resistência introduzida pelo reóstato para o qual a potência fornecida ao circuito é máxima.

- 6.3. Admita que, em cada ensaio, a lâmpada esteve ligada durante 2,0 minutos, fornecendo ao painel uma energia de 36 J.

Determine o rendimento do painel fotovoltaico quando o reóstato introduz uma resistência de 40 Ω no circuito.

Apresente todas as etapas de resolução.

Figura 5.1: Questão do exame de 2010, Época Especial, sobre energia, potência e painéis fotovoltaicos.

Para realçar a importância dos dados necessários para resolver o problema, comecei por pedir aos alunos que recolhessem informação, numa tabela apropriada construída por mim com o auxílio dos meus orientadores, sobre os consumos de energia eléctrica das habitações (a primeira etapa de resolução). Posteriormente, na segunda etapa de resolução, com os dados de consumo recolhidos, os alunos realizaram uma ficha de trabalho cujo objetivo principal foi o cálculo da área necessária de painéis, o que permitiu

avaliar o seu desempenho na resolução do exercício, a sua correta ou incorreta interpretação dos dados que recolheram e retirar conclusões acerca das hipóteses colocadas nesta investigação.

5.2 Fundamentação do estudo

5.2.1 Resolução de problemas e aprendizagem significativa

Vosniadou e Ortony (1989) sugerem que um dos fatores mais importantes na aprendizagem é a formação de associações entre diferentes conceitos e experiências. A ideia de construir novo conhecimento sobre estruturas de conhecimento prévio faz sentido do ponto de vista de qualquer teoria de aprendizagem (sendo as teorias behavioristas a exceção). Como tal, torna-se essencial para um professor tornar claro os diferentes princípios e conceitos em diferentes experiências de aprendizagem e mostrar como estes estão relacionados (Hohenstein e Manning, 2010). Será que esta formação de associações, aparentemente essencial para a construção de conhecimento, ocorre facilmente aos alunos?

Rutherford e Ahlgren (1995), numa abordagem pessimista, sugerem que até os alunos mais talentosos academicamente, compreendem menos do que os seus bons resultados dão a entender. Mesmo quando estes alunos são bem-sucedidos num exame, demonstrando uma boa capacidade de identificar e reproduzir aquilo que ouviram nas aulas ou leram nos manuais, uma análise mais cuidada revelaria que a sua compreensão do assunto é limitada ou distorcida, se não mesmo errada. Suposição que não me surpreende pessoalmente pois reconheço-me como um destes “enganadores” bons alunos durante várias ocasiões do meu percurso escolar. Os autores defendem que, para uma verdadeira compreensão, os alunos têm de construir os seus próprios significados daquilo que ouvem e leem e que normalmente fazem-no através da associação dos novos conceitos e da nova informação àquilo em que já antes acreditavam:

“Os conceitos – as unidades essenciais do pensamento humano – que não têm ligações múltiplas com o modo como o estudante concebe o mundo não serão provavelmente recordados nem sequer úteis. Ou, mesmo que permaneçam na memória, serão arrumados numa gaveta com a etiqueta «disciplina de Biologia, 1995» e não estarão disponíveis para afetarem os

pensamentos sobre qualquer outro aspeto do mundo.” (Rutherford e Ahlgren, 1995, pág. 223)

Estes autores descrevem uma noção de aprendizagem “desanimadora”, que dá origem a um “conhecimento desligado” e que o aluno considera irrelevante e sem utilidade. Para contrariar esta situação, o autor defende que se o aluno encontrar os conceitos que quer aprender numa multiplicidade de contextos e expressos sob variadas formas, haverá mais oportunidades destes se integrarem no seu sistema cognitivo, formando um sistema coerente, abstrato e formal, já necessariamente desligado dos contextos concretos.

Considerando o que Rutherford e Ahlgren escrevem, num capítulo anterior do seu livro, sobre a natureza da ciência, em que afirmam que “A ciência parte do princípio de que as coisas e os acontecimentos no universo ocorrem em padrões coerentes e se tornam compreensíveis através de um estudo cuidado e sistemático”, creio que para compreender ciência, *saber aprender* é fundamental.

Num estudo feito por Bing e Redish (2009), sobre a análise de problemas em Física utilizando a Matemática, os autores descrevem situações que vão de encontro ao que foi anteriormente mencionado. Neste estudo foram realizadas entrevistas a alunos que se encontravam a frequentar a licenciatura de Física, para tentar compreender como os alunos se relacionavam com o conhecimento. Numa das entrevistas, uma aluna foi questionada sobre condutores e isolantes elétricos. A aluna começou por responder com uma definição correta de condutor elétrico e quando o entrevistador lhe perguntou se o isopor era um material condutor ou isolante, a aluna também respondeu corretamente, que era um isolante. Quando lhe foi perguntado a razão de ser um isolante, admitiu que tinha memorizado que era. A aluna continuou a responder com factos e regras que se lembrava. Noutra pergunta onde lhe foi pedida uma justificação, a aluna respondeu vagamente que é por causa da química orgânica. Apenas quando o entrevistador lhe pede que responda com qualquer explicação que possa encontrar, é que a aluna começa a responder com explicações construídas por ela própria, por palavras suas. Na primeira parte da entrevista a aluna vê o conhecimento como algo baseado em factos, governado por uma autoridade, e só depois muda a sua perspetiva de conhecimento para algo que é construído e possuído pessoalmente.

Durante o meu estágio, observei também, várias vezes, a tendência dos alunos responderem a uma questão primeiro com uma definição *decorada* (muitas vezes errada total ou parcialmente) e só depois tentarem responder por palavras suas e *com significado*

peçoal. Acredito que esta situação também está presente na resolução de um problema: o aluno começa por tentar lembrar-se e recriar os passos de resolução de problemas semelhantes e não por tentar analisar a informação dada no enunciado para que lhe fique claro o objetivo do problema e partir daí para a resolução. Acredito também que o aluno, quando é bem-sucedido na resolução do problema recorrendo apenas à memorização ou quando responde a uma pergunta com uma definição também memorizada, pensa que compreende o que acabou de fazer.

Sobre este assunto, Schwartz (2014) escreve que quando um indivíduo acredita que compreende algo mas que mais tarde descobre que estava enganado, está sobre o efeito de uma ilusão de compreensão (“Illusion of Understanding”) e que é um fenómeno muito comum na sala de aula. Admite que, como professor, ajudar os alunos a desenvolverem uma “compreensão autêntica” é uma tarefa muito difícil. Defende que para o desenvolvimento de uma compreensão autêntica ocorrer, é necessário ter em conta que o conhecimento se organiza hierarquicamente; cada novo contributo na organização torna-se a fundação para uma próxima, mais complexa e integrada coordenação de contributos prévios. O conhecimento autêntico tem de ser fundamentado na experiência, é estabilizado pela prática e pode ser aplicado em mais que um contexto. A crítica construtiva é importante e necessária para o desenvolvimento de um conhecimento autêntico (Schwartz, 2014).

Moreira, por sua vez, defende que a aprendizagem significativa “caracteriza-se pela interação cognitiva entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio” (Moreira, 2000, pág. 4). Escreve que, para aprender significativamente, o aluno não pode ser um recetor passivo. O aluno “deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos” (Moreira 2000, pág. 5).

5.2.2 Descrição e fundamentação do problema preparado

Tendo consciência destas noções sobre a natureza da aprendizagem e do conhecimento, quando desenvolvi o problema deste estudo, tentei ter em consideração que a compreensão da nova informação, ou do diferente método de resolução que introduzi no exercício, iria depender se estes estivessem contextualizados no conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto. Era a minha intenção que, para além de me fornecer dados para validar ou não a 1.^a hipótese colocada na minha investigação, a resolução do exercício fornecesse aos alunos conhecimento que achassem útil para o seu sucesso na disciplina de Física e Química e para o seu quotidiano. Assim, introduzi o problema na aula anterior à aula em que os alunos realizaram a “Atividade Laboratorial 1.2 – Energia elétrica fornecida por um painel fotovoltaico”, e os alunos trabalharam no problema durante esta aula, enquanto esperavam para realizar o seu ensaio. Nesta atividade laboratorial, os alunos montaram um circuito elétrico utilizando um pequeno painel fotovoltaico, iluminado por uma lâmpada de 100 W como fonte de energia, um reóstato montado em série com um amperímetro e o painel, e um voltímetro montado em paralelo ao painel. Com um ângulo de incidência da radiação ao painel de 90° , os alunos fizeram variar a resistência do circuito, recolhendo numa tabela a intensidade de corrente e diferença de potencial para cada valor de resistência. A partir da intensidade e diferença de potencial calcularam a potência fornecida pelo painel e registaram para que conjunto de valores esta era a máxima. Não houve tempo, mas a segunda parte da atividade seria repetir a experiência, com um diferente ângulo de incidência da radiação no painel. Na Figura 5.2 está apresentado um esquema de montagem da atividade e um conjunto de resultados obtidos, retirados do manual escolar utilizado pelos alunos.

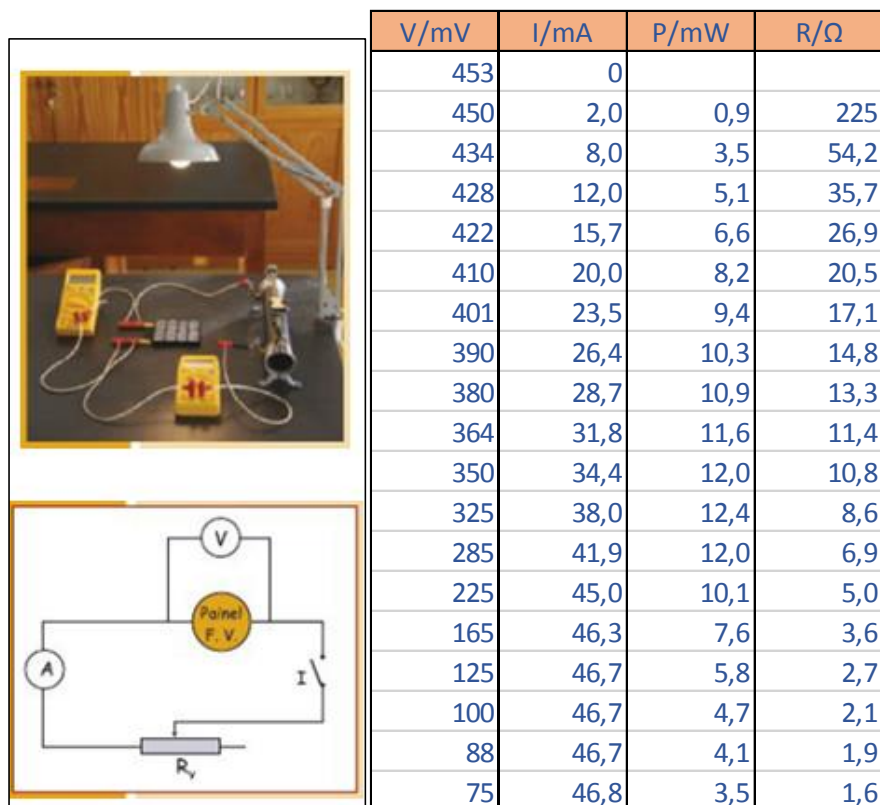


Figura 5.2: Esquema do circuito montado e exemplo de um conjunto de dados resultantes da “A.L. 1.2 - Energia elétrica fornecida por um painel fotovoltaico” (adaptado de Silva, 2007).

Esta atividade laboratorial surge no final do capítulo 1, da Unidade 1 do módulo de Física. Os alunos, nesta altura, já aprenderam um pouco sobre a emissão de radiação pelos corpos e a interação da radiação com a matéria. Os tipos de problemas propostos neste capítulo são principalmente problemas onde se utiliza diretamente a lei de Stefan-Boltzmann, a lei de Wien ou a relação de Planck na sua resolução. No entanto, há também referência neste capítulo, ao balanço energético da Terra, ao efeito de estufa e ao aproveitamento da energia solar por coletores solares e painéis fotovoltaicos. Os alunos já deveriam estar familiarizados então, com a função de um painel fotovoltaico. Curiosamente, a intensidade da corrente, a diferença de potencial e as características de um gerador não são temas abordados no programa de 10.º ano, para além de estarem presentes nesta atividade laboratorial.

No início dessa aula, os problemas apresentados na Figura 5.3 (retirados de exames nacionais da disciplina) foram colocados e resolvidos em conjunto.

1.6. Os painéis fotovoltaicos são utilizados para produzir energia eléctrica a partir da energia solar.

15 Suponha que a energia solar total incidente no solo durante um ano, na localidade onde vive, é $1,10 \times 10^{10} \text{ J m}^{-2}$.

Calcule a área de painéis fotovoltaicos necessária para um gasto diário médio de electricidade de 21,0 kWh, se instalar na sua casa painéis com um rendimento de 25%.

Apresente todas as etapas de resolução.

5.2. Nas auto-estradas, os telefones dos postos SOS são alimentados com painéis fotovoltaicos.

5 Considere um painel fotovoltaico, de área $0,50 \text{ m}^2$ e de rendimento médio 10%, colocado num local onde a potência média da radiação solar incidente é 600 W m^{-2} .

Selecione a única opção que permite calcular a potência útil desse painel, expressa em W.

(A) $(600 \times 0,50 \times 10) \text{ W}$

(B) $\left(\frac{600 \times 10}{0,50} \right) \text{ W}$

(C) $\left(\frac{600 \times 0,50}{0,10} \right) \text{ W}$

(D) $(600 \times 0,50 \times 0,10) \text{ W}$

Figura 5.3: Enunciados dos dois problemas resolvidos na aula de 6 de Março.

No primeiro exercício era pedido aos alunos que calculassem a área de painéis necessária para satisfazer um determinado consumo de eletricidade, conhecendo a quantidade de energia incidente por m^2 de solo e o rendimento do painel. O consumo de energia está presente no enunciado sobre a forma de um valor médio diário e a energia incidente sobre a forma de um valor total anual. Os alunos necessitavam de calcular a energia incidente por m^2 de painel, por dia, e calcular a área necessária para satisfazer o consumo, tendo em conta que apenas 25% da energia incidente é aproveitada. A resolução do exercício, realizada em conjunto na aula, encontra-se no Anexo 5.

No segundo exercício, era mencionado no enunciado a área do painel, o seu rendimento e a potência incidente no painel, e os alunos tinham de calcular a potência gerada pelo painel.

Na atividade laboratorial, os alunos tiveram a oportunidade de observar um painel solar a funcionar. Recolheram dados sobre a potência gerada por um painel, a partir da radiação emitida por uma lâmpada de 100 W e apesar de não ser possível conhecer o valor da energia incidente no painel para, por exemplo calcular o seu rendimento, penso que a atividade permitiu que os alunos tivessem uma perspetiva da potência disponível e da potência útil de um painel assentada numa experiência prática.

Os dois exercícios resolvidos na mesma aula familiarizam e lembraram aos alunos a utilização de um rendimento entre energia disponível e energia útil e a necessidade de utilizar valores de energia que se refiram ao mesmo intervalo de tempo de consumo/incidência num problema de cálculo de uma área de painéis. No exercício deste projeto de investigação, os alunos precisavam de realizar estas duas etapas, numa forma idêntica à que foi utilizada nos dois exercícios que já tinham resolvido. As novidades que introduzi no exercício estavam na forma de apresentação dos dados referentes ao consumo de eletricidade e à energia incidente nos painéis que os alunos utilizaram na sua habitação. O sucesso ou insucesso dos alunos na integração destes dados na resolução de um problema com que já estavam mais ou menos familiarizados iria permitir que avaliasse a sua capacidade de interpretar dados na resolução de um problema, um dos objetivos deste estudo.

As novidades na apresentação dos dados de consumo e de energia incidente a utilizar na resolução do problema, que referi anteriormente, foram as seguintes:

- O consumo médio mensal de eletricidade é calculado a partir do consumo de eletricidade da habitação do aluno num “mês modelo”. Este consumo diário é obtido a partir da soma das estimativas de consumos individuais dos aparelhos elétricos que funcionam durante o mês modelo na habitação do aluno.
- Para além do consumo estimado de eletricidade, os alunos também calculam o custo mensal estimado da energia.
- São utilizados dados de consumo de energia elétrica, como o consumo mensal e o valor da potência contratada, e de custo de energia retirados da fatura de eletricidade da habitação do aluno.
- A energia incidente nos painéis é obtida através da leitura de um mapa de irradiação solar de Portugal.

Apesar destas diferenças, o objetivo do problema colocado é idêntico ao objetivo do exercício resolvido em aula: o cálculo de uma área de painéis fotovoltaicos necessária para fornecer um determinado consumo de energia elétrica. A tabela e a ficha de trabalho que constituem o exercício encontram-se no Anexo 6 e no Anexo 7, respetivamente.

A razão para a escolha da forma de como os dados de consumo surgiram no exercício assentou em alguns conceitos mencionados previamente sobre a natureza do conhecimento: os alunos teriam necessariamente de construir por si mesmos, parte da

resolução do problema, construção esta que assentaria numa pequena investigação, em contexto que lhes era familiar. Para além disso, acreditava que a utilização de dados pessoais e que a consulta e utilização de informação contida na fatura de eletricidade da habitação do aluno, seria um exercício aliciante, que iria capturar o interesse dos alunos. Outra razão prendia-se com o facto de crer que a resolução do problema deste projeto iria ser uma atividade enriquecedora para a literacia científica dos alunos.

O termo “literacia científica”, que parece estar sempre presente quando se discute a formulação e reformulação de programas curriculares, e que é um conceito que está na base da avaliação de um dos itens de comparação dos estudos PISA, é um termo cuja definição é controversa. De facto, há quem considere o termo mal definido e difuso, que se tornou um popular slogan educacional, um chavão, um lugar-comum e uma meta educacional contemporânea (Laugksch, 2000). Justin Dillon (2009) refere que é na fluidez da definição de literacia científica que está o sucesso e longevidade do termo.

De qualquer modo, para suportar a minha ideia que a resolução do problema deste estudo poderia ser enriquecedora para a literacia científica dos alunos, tive em consideração a definição deste conceito dada pela OCDE, utilizada nos estudos PISA (OCDE, 2003, pág. 133):

“A Literacia científica é a capacidade de usar o conhecimento científico, de identificar questões e de desenhar conclusões baseadas na evidência por forma a compreender e a ajudar à tomada de decisões sobre o mundo natural e das alterações nelas causadas pela atividade humana.”

No problema colocado neste projeto, “Qual é a área de painéis fotovoltaicos necessária para fornecer a energia elétrica consumida na minha casa?”, os alunos recolhem evidências (dados de consumo de eletricidade da sua habitação), para calcular, empregando conhecimento matemático e físico neste cálculo, para chegarem a um dado que lhes vai auxiliar a desenhar uma conclusão: se é vantajoso ou não utilizar painéis solares para fornecer energia elétrica na sua habitação.

Concluindo esta fundamentação do estudo, era o meu intuito que ao resolverem o problema que desenvolvi, os alunos ficariam melhor preparados para resolverem problemas semelhantes, pois já teriam construído algum conhecimento significativo sobre o assunto. Ao mesmo tempo, ao introduzir os dados necessários à resolução do problema

de uma forma diferente da conhecida pelos alunos, iria permitir-me analisar a forma como os alunos os iriam interpretar.

5.3 Metodologia

Os alunos que participaram neste estudo pertenciam à turma do 10.º A da disciplina de Física e Química A, do curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias, turma caracterizada em 3.1.1. A metodologia que se pretendia utilizar neste estudo foi idealizada de uma forma que mais tarde, na prática, não foi possível de concretizar. Estava planeado que, na aula laboratorial onde foi realizada a A.L. 2.1., os alunos traziam para a aula a tabela de consumos, que tinha sido entregue na aula anterior (entre esta aula anterior e a aula laboratorial, os alunos dispunham da interrupção letiva do Carnaval para preencherem as tabelas) preenchida com os dados que tinham recolhido. Quando foi entregue a tabela de consumos aos alunos, expliquei o objetivo do problema e onde iriam ser utilizados os dados que iriam recolher, e exemplifiquei como preencher algumas linhas da tabela. Na aula seguinte, na aula laboratorial, reservaria algum tempo da aula para discutir e comparar em conjunto os dados de consumo que cada aluno tinha recolhido. No final dessa aula entregaria a ficha de trabalho, apresentada no Anexo 7 e na figura 5.4, aos alunos e pedia que a trouxessem resolvida após uma semana, em conjunto com as tabelas de consumo. No dia de entrega das fichas de trabalho, dedicaria uma aula de 50 minutos para discutir e comparar em conjunto os resultados do problema que os alunos tinham obtido. No final desta aula recolheria as tabelas de consumo e fichas de trabalho para fazer uma cópia de cada uma, e devolveria as fichas na aula seguinte. Após uma semana, pediria aos alunos que resolvessem sem consulta, um problema envolvendo painéis solares, mais simples e curto que o problema do estudo, em tempo de aula, e recolheria as resoluções no final. A análise e correção das tabelas de consumos e fichas de trabalho permitiriam analisar a capacidade de interpretação de dados pelos alunos e retirar conclusões sobre a 1.ª hipótese colocada neste estudo. A correção do problema que os alunos realizariam uma semana após terem resolvido o problema do projeto, iria permitir que concebesse algumas conjecturas sobre a 2.ª hipótese colocada neste estudo.

Infelizmente, na aula laboratorial em que planeava que já houvesse uma discussão sobre os dados de consumos que os alunos tinham recolhido, verifiquei que apenas um aluno tinha preenchido, parcialmente, a tabela. Assim, não se realizou a análise das

tabelas em conjunto que tinha planeado. Em vez disso, pedi aos alunos que trabalhassem nas suas tabelas de consumos e que esclarecessem dúvidas que lhes tinha surgido quando as tentaram preencher. No final dessa aula, entreguei à mesma, como tinha planeado, as fichas de trabalho, e pedi aos alunos que trouxessem a tabela e a ficha de trabalho resolvidas para a aula da semana seguinte. Na aula da semana seguinte, novamente apenas um aluno tinha resolvido a ficha de trabalho e preenchido a tabela. Ao constatar que os alunos não tinham resolvido o problema, nem sequer preenchido as tabelas, decidi disponibilizar mais tempo aos alunos. Como na semana seguinte os alunos não teriam aulas de Física e Química, visto que o Prof. Carlos Cunha iria estar ausente por causa de uma mobilidade do Projeto Comenius, disse aos alunos que na 1.^a aula após essa semana sem aulas, teriam que me entregar as tabelas e fichas de trabalho feitas. Como nessa primeira aula, os alunos novamente não trouxeram nada preenchido, decidi nessa aula de 100 minutos, preencher em conjunto com os alunos uma tabela de consumos, utilizar uma fatura de eletricidade da minha habitação, e resolver, também em conjunto, a ficha de trabalho com estes dados. Tentei envolver os alunos na resolução e explicar a resolução de cada pergunta da ficha. No final desta aula pedi novamente que os alunos trouxessem a tabela e ficha de trabalho resolvida para me entregarem. Como na aula seguinte os alunos também não tinham trazido as fichas, e muitos deles já tinham perdido as folhas, o Prof. Carlos Cunha sugeriu que eu entregasse novamente uma ficha de trabalho a cada aluno, e disponibilizou-me uma aula para os alunos resolverem a ficha, em “regime de avaliação”. Assim, preenchi eu uma tabela de consumos, forneci os dados da fatura de eletricidade necessários à resolução da ficha, e projetei a tabela e os dados na sala onde os alunos resolveram a ficha. A tabela e os dados projetados nesta aula encontram-se no Anexo 6. Com todos os dados necessários à sua resolução, os alunos dispuseram de uma aula de 50 minutos para resolverem a ficha de trabalho. No final desta aula, recolhi as fichas de trabalho.

As alterações que tive que fazer na aplicação do estudo e a análise das fichas de trabalho recolhidas fizeram-me ver que não valeria a pena sujeitar os alunos ao último problema que tinha planeado aplicar, pois já possuía dados suficientes para concluir sobre a 2.^a hipótese colocada neste estudo.

Resumindo, para a recolha de dados necessária para estudar as duas hipóteses colocadas neste estudo, elaborei uma ficha de trabalho que os alunos resolveram durante uma aula de 50 minutos. A avaliação do desempenho dos alunos e a análise das repostas

dadas nesta ficha de trabalho forneceu-me a informação para elaborar conclusões acerca das hipóteses colocadas. A Tabela 5.1 contém as datas da elaboração de cada fase do problema do estudo.

| | |
|-----------------|---|
| 28/02/14 | Apresentação do problema aos alunos. Entrega das tabelas de consumos. |
| 06/03/14 | Aula da A.L. 2.1. Os alunos trabalharam nas suas tabelas de consumos. Entrega das fichas de trabalho. |
| 25/03/14 | Correção em conjunto da tabela de consumos e ficha de trabalho. |
| 28/03/14 | Os alunos realizaram a ficha de trabalho, em tempo de aula. |

Tabela 5.1: Etapas da aplicação do estudo.

5.4 Resultados e discussão dos resultados

Para a correção das fichas de trabalho (apresentada na três páginas seguintes, na figura 5.4), atribuí 1 valor a cada uma das 9 perguntas.

Escola Secundária Dom Manuel Martins**Setúbal**

| | | | |
|-------------------|---------------------|----|--------|
| Ficha de Trabalho | ANO LECTIVO 2013/14 | FQ | 10.º A |
|-------------------|---------------------|----|--------|

1. Consumo de electricidade da habitação

- a) Calcule o consumo mensal de energia da sua habitação, utilizando os dados que recolheu na sua tabela de consumos.

| |
|----------------------|
| |
|----------------------|

- b) Calcule o custo mensal de energia da sua habitação, utilizando os dados que recolheu na sua tabela de consumos.

| |
|----------------------|
| |
|----------------------|

- c) Compare o consumo e o custo que calculou em a) e b) com o consumo e custo que pode consultar na factura de electricidade da sua habitação que trouxe. Indique algumas razões para que os valores sejam, ou não, muito diferentes.

| |
|--|
| |
|--|

- d) Calcule a potência máxima (a partir da soma de aparelhos eléctricos que podem estar ligados em simultâneo) que a sua habitação suporta. Compare este valor com o valor de "Potência Contratada" que pode consultar na sua factura de electricidade.

| |
|--|
| |
|--|

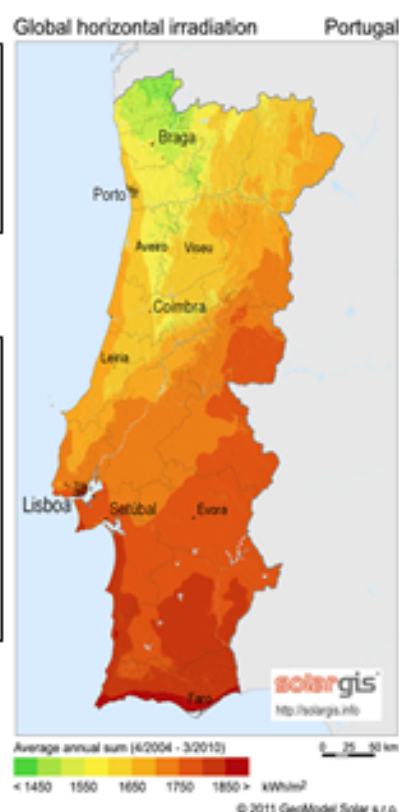
2. Produção de electricidade pelos painéis fotovoltaicos

- a) Consultando o mapa em baixo, indique a energia da radiação solar que incide sobre a sua habitação, durante um ano.

- b) Utilizando a energia de a), calcule a energia da radiação solar que incide sobre a sua habitação, por segundo.

- c) Considerando que os painéis solares que vai instalar para a sua habitação apresentam um rendimento de 25%, calcule a energia fornecida por m^2 de painel, por segundo, a partir da energia calculada em b).

- d) Calcule a área necessária de painéis solares, considerando o rendimento de c), necessária para fornecer a potência calculada em 1d). Porque será que a área de painéis solares é projectada para este valor de potência máxima?



3. Custo ambiental do uso de energia eléctrica

- a) Considere que a energia que consome na sua habitação foi produzida numa central termoelectrica que utiliza o carvão como combustível. Qual é a quantidade, em massa, de CO₂ que produz indirectamente, pelo consumo de um mês de energia na sua habitação? (Utilize o o consumo calculado em 1a)). Consulte a tabela em baixo, retirada da wikipedia, para resolver este exercício.

Lifecycle greenhouse gas emissions by electricity source.^[33]

| Technology * | Description * | 50th percentile (g CO ₂ /kWh _e) * |
|---------------|---|--|
| Hydroelectric | Reservoir | 4 |
| Wind | Onshore | 12 |
| Nuclear | Various generation II reactor types | 16 |
| Biomass | Various | 18 |
| Solar thermal | Parabolic trough | 22 |
| Geothermal | Hot dry rock | 45 |
| Solar PV | Polycrystalline silicon | 46 |
| Natural gas | Various combined cycle turbines without scrubbing | 469 |
| Coal | Various generator types without scrubbing | 1001 |

Figura 4: Ficha de trabalho do exercício do estudo de investigação educacional.

As classificações, final e de cada pergunta, dos alunos da turma estão apresentadas na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Classificações das fichas de trabalho. As cotações verdes correspondem a respostas corretas, as vermelhas a respostas erradas e as amarelas a respostas parcialmente corretas.

| N.º da pergunta | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total | Total |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Cotação da pergunta | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | 20 |
| Aluno 1 | 1,00 | 0,25 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3 | 7 |
| Aluno 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 1,00 | 7,75 | 17 |
| Aluno 3 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 0,25 | 1,00 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 1,00 | 7 | 16 |
| Aluno 4 | 1,00 | 1,00 | 0,25 | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 3,75 | 8 |
| Aluno 5 | 1,00 | 1,00 | 0,25 | 0,25 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,5 | 8 |
| Aluno 6 | 1,00 | 0,25 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3 | 7 |
| Aluno 7 | 0,75 | 1,00 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,50 | 6,5 | 14 |
| Aluno 8 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,75 | 1,00 | 8 | 18 |
| Aluno 9 | 1,00 | 1,00 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 0,50 | 5,25 | 12 |
| Aluno 10 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,75 | 1,00 | 0,00 | 0,75 | 0,25 | 1,00 | 6,75 | 15 |
| Aluno 11 | 1,00 | 1,00 | 0,25 | 0,25 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 4,5 | 10 |

| N.º da pergunta | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total | Total |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Cotação da pergunta | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | 20 |
| Aluno 12 | 1,00 | 0,75 | 0,00 | 0,25 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3 | 7 |
| Aluno 13 | 1,00 | 1,00 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 0,75 | 0,75 | 0,50 | 1,00 | 6,75 | 15 |
| Aluno 14 | 1,00 | 1,00 | 0,75 | 0,25 | 1,00 | 0,75 | 0,50 | 0,75 | 0,00 | 6 | 13 |
| Aluno 15 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 0,50 | 1,00 | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 1,00 | 6 | 13 |
| Aluno 16 | 0,75 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,5 | 6 |
| Aluno 17 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 2,75 | 6 |
| Aluno 18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,75 | 4 |
| Aluno 19 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,25 | 1,00 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 1,00 | 5,75 | 13 |
| Aluno 20 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 0,50 | 1,00 | 0,50 | 0,00 | 0,25 | 1,00 | 5,75 | 13 |

A ficha de trabalho pode dividir-se em três partes. A primeira parte é constituída pelas primeiras quatro questões, onde os alunos tinham que manipular e interpretar os dados de consumo apresentados na tabela de consumos. A segunda parte corresponde às seguintes quatro questões (da quinta questão à oitava), onde dados de fornecimento de energia eram introduzidos e os alunos tinham que os utilizar, em conjunto com os dados de consumo, para chegar ao objetivo da ficha: o cálculo da área de painéis fotovoltaicos necessária para o fornecimento de energia elétrica da sua habitação. A terceira parte da ficha de trabalho corresponde apenas à nona questão. Elaborei esta última questão porque pretendia que uma das vantagens da utilização de fontes de energia não renováveis fosse abordada pelos alunos, na realização da ficha.

É possível verificar que mesmo com a correção da ficha realizada em conjunto a três dias do dia em que os alunos fizeram a ficha de trabalho, houve 8 alunos, de um total de 20, que obtiveram uma classificação inferior a 50%.

Em baixo estão apresentados, a tabela e os dados da fatura necessários para a resolução da ficha que foram projetados na aula em que os alunos a resolveram.

| | potência em watts (W), joules por segundo | potência em milhares de watts (kW) | tempo de trabalho durante um mês, em horas (em média) | energia transferida da rede durante 1 mês, em kW h | custo da energia, em € por kW h | custo da energia durante um mês em € | ligado em simultâneo? Sim, coloque a potência, em kW |
|--------------------------|---|------------------------------------|---|--|---------------------------------|--------------------------------------|--|
| Cozinha | | | | | | | |
| Frigorífico | 100 | 0,1 | 720 | 72 | 0,14 | 10,08 | 0,1 |
| Máquina de lavar a loiça | 2500 | 2,5 | 20 | 50 | 0,14 | 7 | 2,5 |
| Máquina de lavar a roupa | 2000 | 2 | 24 | 48 | 0,14 | 6,72 | |
| Ferro de engomar | 1000 | 1 | 8 | 8 | 0,14 | 1,12 | |
| Microondas | 1000 | 1 | 2 | 2 | 0,14 | 0,28 | |
| Forno | 2000 | 2 | 14 | 28 | 0,14 | 3,92 | 2 |

| | potência em watts (W), joules por segundo | potência em milhares de watts (kW) | tempo de trabalho durante um mês, em horas (em média) | energia transferida da rede durante 1 mês, em kW h | custo da energia, em € por kW h | custo da energia durante um mês em € | ligado em simultâneo? Sim, coloque a potência, em kW |
|------------------------|---|------------------------------------|---|--|---------------------------------|--------------------------------------|--|
| 2 lâmpadas | 70 | 0,07 | 30 | 2,1 | 0,14 | 0,294 | 0,07 |
| sala/escritório | | | | | | | |
| Computador | 200 | 0,2 | 105 | 21 | 0,14 | 2,94 | 0,2 |
| 3 Lâmpadas | 120 | 0,12 | 45 | 5,4 | 0,14 | 0,756 | 0,12 |
| Carregador telemóvel | 12 | 0,012 | 12 | 0,144 | 0,14 | 0,02016 | |
| Tv | 200 | 0,2 | 75 | 15 | 0,14 | 2,1 | |
| WC | | | | | | | |
| Secador | 500 | 0,5 | 8 | 4 | 0,14 | 0,56 | |
| Termoventilador | 2000 | 2 | 7,5 | 15 | 0,14 | 2,1 | 2 |
| 2 Lâmpadas | 70 | 0,07 | 15 | 1,05 | 0,14 | 0,147 | |
| Quartos | | | | | | | |
| 4 Lâmpadas | 75 | 0,075 | 15 | 1,125 | 0,14 | 0,1575 | |
| Termoventilador | 2000 | 2 | 7,5 | 15 | 0,14 | 2,1 | |

| |
|---|
| Fatura da EDP desta habitação |
| Potência contratada: 6,9 kW |
| Custo mensal energia: 65 € |
| Consumo mensal energia: 300 kW h |

Figura 5.5: Tabela de consumos e os dados da fatura projetados durante a aula.

As duas primeiras questões foram as que obtiveram uma classificação mais elevada. Apenas um aluno errou na questão 1 e dois alunos na questão 2. Na questão 2, quatro alunos não obtiveram a cotação máxima de 1 valor e na questão 1 houve três alunos com respostas parcialmente corretas. Nestas duas questões os alunos tinham de calcular o consumo e o custo mensal de energia, a partir da tabela de consumos projetada na sala de aula. Para a questão 1 só necessitavam de somar os consumos individuais dos aparelhos, estimados para um mês de utilização. Para isso, somavam os valores de energia apresentados na coluna “energia transferida da rede durante 1 mês, em kW h”. Para a questão 2, necessitavam de somar os custos individuais da energia consumida pelos aparelhos durante o mês. Somavam os valores da coluna titulada “custo da energia durante um mês em €”. Os consumos de energia dos aparelhos elétricos encontram-se numa coluna com o título de “energia transferida da rede”. A razão para que não apareça “consumo mensal” no título foi propositada pois queria que os alunos compreendessem que o consumo de energia de um aparelho elétrico é uma quantidade de energia

transferida da rede elétrica que alimenta as habitações. O custo da energia mensal que era pedido na pergunta 2 estava referido na tabela simplesmente por custo da energia durante um mês.

Estas duas perguntas eram simples mas exigiam que os alunos conhecessem a tabela de consumos que tinham levado para casa para preencher. A confusão entre potência e energia que pudesse surgir desaparecia se os alunos tivessem construído as suas tabelas: saberiam que a potência era um valor que tinham recolhido dos aparelhos da sua habitação ou pesquisado na internet, e que o consumo de energia resultava do produto entre a potência e o tempo estimado de utilização. Este tempo também teria sido os alunos a estimar e preencher na tabela. Apesar das boas classificações obtidas nestas duas perguntas, muitos dos alunos não as conseguiriam responder se eu não tivesse ajudado na leitura da tabela. Posso estimar que apenas cerca de metade dos alunos conseguiriam responder a estas duas questões sem qualquer ajuda.

Assim, na 1.^a questão 16 alunos responderam corretamente, com uma resposta igual ou muito semelhante à apresentada na Figura 5.5, e 14 alunos responderam corretamente à 2.^a questão, com uma resposta igual ou semelhante à apresentada na Figura 5.6. Na 2.^a questão houve 4 alunos que calcularam corretamente o custo mensal multiplicando o consumo mensal total calculado na 1.^a questão pelo custo de 1 kW h.

a) Calcule o consumo mensal de energia da sua habitação, utilizando os dados que recolheu na sua tabela de consumos.

$72 + 50 + 48 + 8 + 2 + 28 + 2,7 + 21 + 5,4 + 9 + 144 + 15 + 4 + 15 + 7,05 + 1,725 + 15 = 287,819 \text{ KWh}$ ✓

Figura 5.6: Resposta correta típica à 1.^a questão.

b) Calcule o custo mensal de energia da sua habitação, utilizando os dados que recolheu na sua tabela de consumos.

$$10,08 + 7 + 6,72 + 1,12 + 0,28 + 3,92 + 0,294 + 0,94 + 0,756 + 0,02016 + 2,1 + 0,56 + 2,1 + 0,147 + 0,1575 + 2,1 = 39,99 \text{ €}$$

$$287,82 \times 0,14 = 40,30 \text{ €}$$

Figura 5.7: Respostas corretas da 2.ª questão.

Na 1.ª questão, as três respostas parcialmente corretas deveram-se a erros na unidade e na 2.ª questão as respostas parcialmente corretas deveram-se a erro na soma dos custos individuais.

a) Calcule o consumo mensal de energia da sua habitação, utilizando os dados que recolheu na sua tabela de consumos.

$$72 + 50 + 48 + 8 + 2 + 28 + 21 + 21 + 5,4 + 0,114 + 15 + 4 + 15 + 1,05 + 1,125 + 15 = 266,789 \text{ kWh}$$

$$10,08 + 7 + 6,72 + 1,12 + 0,28 + 3,92 + 0,294 + 0,756 + 0,02016 + 2,1 + 0,56 + 2,1 + 0,147 + 0,1575 + 2,1 = 37,63 \text{ €}$$

Figura 5.8: Dois exemplos representativos de respostas parcialmente corretas nas duas primeiras questões.

Na 3.ª questão pedia que os alunos comparassem e explicassem as diferenças entre o consumo e custo total que tinham calculado nas duas primeiras questões, e o consumo e custo da fatura que estavam apresentados no retângulo laranja, projetado juntamente com a tabela de consumos. Nesta questão pretendia que os alunos apontassem como principal causa das diferenças, o facto dos consumos e custos que calcularam nas questões anteriores serem valores que resultaram de uma estimativa. Os tempos de utilização dos aparelhos foram estimados, o que está na base de cálculo do consumo e custo das duas primeiras questões. Na aula em que corriji a ficha de trabalho, quando analisámos em conjunto a fatura de eletricidade da minha habitação, chamei à atenção que os consumos

de energia da fatura podiam ser também estimados ou medidos e que estes últimos correspondiam aos consumos lidos no contador da habitação. Quanto aos custos, expliquei o significado do valor de Potência Contratada, importante para a questão seguinte, que se encontrava na fatura e vimos que se paga uma taxa de Potência Contratada. Notámos também a contribuição do IVA para o custo total e de outras taxas como a contribuição audiovisual. Referi também que tínhamos considerado que o custo do kW h na tabela de consumos era sempre o mesmo, igual a 0,14 €, mas que este valor pode variar conforme o tarifário escolhido para a habitação. Estas eram algumas causas que poderiam explicar as diferenças entre os custos e os consumos e que os alunos também podiam referir. Achei mais importante que os alunos referissem que os consumos calculados pela tabela resultavam de cálculos com valores de tempo estimados, porque revelaria que os alunos tinham percebido como obtiveram os dados e a incerteza inerente à maneira de como os obtiveram.

Os alunos demonstraram dificuldade nesta questão. A maior parte deles respondeu que a diferença era causada pela contribuição do IVA e de outras taxas, sem mencionar a diferença verificada entre consumos ou a importância dos valores de consumo e custo que calcularam resultarem de uma estimativa.

c) Compare o consumo e o custo que calculou em a) e b) com o consumo e custo que pode consultar na factura de electricidade da sua habitação que trouxe. Indique algumas razões para que os valores sejam, ou não, muito diferentes.

O consumo mensal de energia calculado em a) deu 28782 kWh enquanto que na fatura deu 300 kWh, mas o preço calculado em b) deu 40,30€ enquanto na fatura está 65€ mas $300 \times 0,14 = 42€$ uma diferença de 23€. As razões de o consumo ser mais elevado pode ser a medição do tempo de aparelhos, estavam ligados mais tempo consumiram mais energia em relação ao diferente há a hipótese de se pagar mais por ter uma potência contratada de 6,9 kWh, e talvez o pagamento do contabilista, etc.

A fatura indica que o preço a pagar é 65 euros, enquanto que o resultado da estimativa é de 40,30 euros, esta diferença pode talvez ser explicada pelo facto de que existem algumas taxas extra que fazem subir o preço do serviço. Como por exemplo, a potência contratada, o aluguer do contador, e também pelo facto de as horas de trabalho dos equipamentos durante um mês pode não ser exata.

Figura 5.9: Duas das respostas corretas à 3.ª questão.

Então em a) como em b) o consumo e custo de energia são os valores inferiores pois nos cálculos, ~~os valores~~ mas se tem os valores exatos das horas de uso e para além de isso no custo mensal de energia existem impostos e custos o preço.

Figura 5.10: A terceira resposta correta à 3.ª questão.

Acima estão apresentadas as três únicas respostas que considerei corretas nesta questão. Apesar de na primeira resposta o aluno escrever que a diferença no custo poder dever-se a um “pagamento do contabilista”, e de na segunda resposta o aluno referir-se apenas à diferença entre custos, e não à diferença entre consumos, estes três alunos apontaram a incerteza na medição dos tempos de trabalho dos aparelhos elétricos como causa para as diferenças observadas.

Um único aluno fez referência ao modo de como o consumo de energia da fatura ter sido obtido para explicar as diferenças entre consumos e custos (Figura 5.10). Apesar de ter considerado a resposta incompleta, o aluno demonstrou alguma capacidade de interpretação dos dados.

c) Compare o consumo e o custo que calculou em a) e b) com o consumo e custo que pode consultar na factura de electricidade da sua habitação que trouxe. Indique algumas razões para que os valores sejam, ou não, muito diferentes.

| | |
|------------|---------|
| 257,82 kWh | 92,75 € |
| 300 kWh | 65 € |

R: O valor contratado pela empresa, ele dá-nos um valor máximo de energia por mês e não o real consumo.

inc.

Figura 5.11: Resposta dada por um aluno à 3.ª questão.

Como se pode verificar pela Tabela 5.2, os alunos não foram bem-sucedidos na 4.ª questão. No entanto, este mau desempenho deve-se ao facto de esta questão não ter sido colocada de uma forma clara e explícita. Apesar de na aula em que os alunos elaboraram a ficha, eu explicar para todos o que pretendia na resposta da questão, a questão mal elaborada continuou a estar presente na ficha e a influenciar as respostas. Com esta 4.ª questão pretendia introduzir aos alunos o valor de Potência Contratada que constava nas

suas faturas e fazê-los ver que a construção da última coluna da tabela de consumos tinha como objetivo calcular uma estimativa deste valor.

Na aula em que entreguei as tabelas de consumos aos alunos, referi como deviam preencher esta última coluna, intitulada “Ligado em simultâneo? Sim, coloque a potência, em kW”. Com o preenchimento desta coluna os alunos identificariam o conjunto de aparelhos elétricos que se encontravam a funcionar na altura de maior consumo de energia elétrica da sua habitação e somariam as potências deste conjunto de aparelhos. Sugerir que outra forma de conhecer este valor de potência seria conhecer quais os aparelhos elétricos que se encontravam a funcionar quando o disjuntor não diferencial (o disjuntor que interrompe o fornecimento de energia elétrica a toda a habitação se desligado) no quadro geral da habitação do aluno desligasse automaticamente, disparasse, acusando uma sobrecarga devido ao funcionamento simultâneo de demasiados aparelhos. Os aparelhos que causavam esta sobrecarga seriam os aparelhos cuja potência os alunos tinham que escrever na última coluna e somar.

A forma como elaborei a questão não me permitia saber se os alunos tinham compreendido o objetivo da construção da última coluna, ou porque teriam de associar a soma de potências resultante com o valor de Potência Contratada que se encontrava na fatura. Assim, na aula em que os alunos realizaram a ficha, pedi que na resposta à 4.^a questão explicassem o que significava o valor de Potência Contratada (os 6,9 kW) no retângulo laranja e se este valor deveria ser diferente ou não do valor de potência máxima mencionado no enunciado da questão. Mesmo com a incorreta formulação da questão, algumas respostas demonstraram que os alunos pareceram compreender o significado de Potência Contratada (Figura 5.11), mas outras demonstraram uma clara confusão de conceitos (Figura 5.12).

d) Calcule a potência máxima (a partir da soma de aparelhos eléctricos que podem estar ligados em simultâneo) que a sua habitação suporta. Compare este valor com o valor de “Potência Contratada” que pode consultar na sua factura de electricidade.

$0,1 + 2,5 + 2 + 0,07 + 0,2 + 0,12 + 2 = 6,99 \text{ kW}$

Potência Contratada 6,9 kW

R: A potência máxima que podemos usar é de 6,9 kW se tivermos tudo em simultâneo ligado, o quadro vai disparar por ter passado os 6,9 kW. →

Figura 5.12: Resposta parcialmente correta da 4.^a questão.

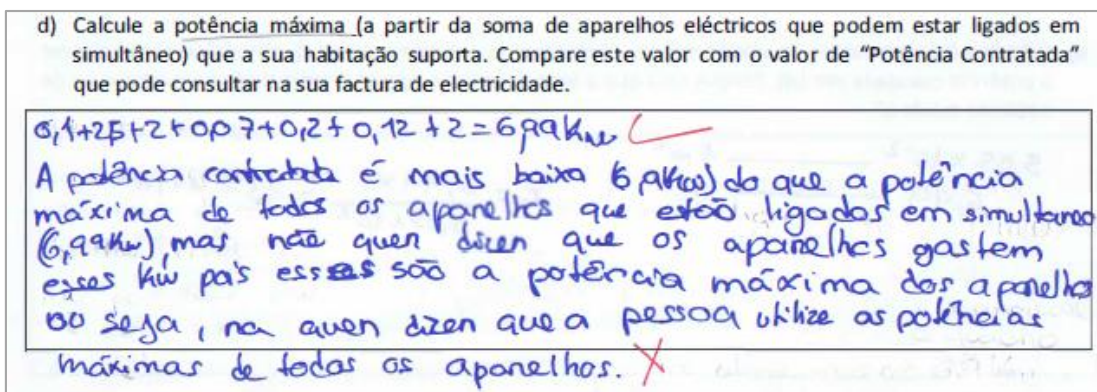


Figura 5.13: Resposta incorreta da 4.ª questão.

Na 5.ª questão da ficha de trabalho os alunos tinham que indicar a energia por radiação incidente na área da sua habitação, a partir da leitura de um mapa que continha informação sobre a radiação total anual incidente em diferentes regiões de Portugal. Todos os alunos responderam corretamente. A questão seguinte requeria que os alunos convertessem a energia anual incidente que tinham lido no mapa, para uma quantidade de energia incidente por segundo. No problema resolvido na aula laboratorial de 28/02 (1.º problema da Figura 5.3) converteu-se uma quantidade de energia, dada em joules, incidente por ano para uma quantidade de energia incidente por segundo, assim como se converteu uma quantidade de energia, dada em kW h, incidente por dia para uma quantidade de energia incidente por segundo. Apenas um aluno respondeu corretamente a esta questão (Figura 5.14). Os alunos que a tentaram resolver não obtiveram a cotação máxima pois confundiram kW h com kW. Assim, mesmo os alunos que raciocinaram corretamente para passar de quantidade de energia por ano para quantidade de energia por segundo, não conseguiram chegar ao valor pedido pois assumiram que kW h era o mesmo que kW. Na Figura 5.13 estão apresentadas duas respostas onde os alunos cometeram este erro. No primeiro caso, o que aluno calculou foi a energia incidente, em W h, por segundo, por m^2 : $58,7 \times 10^{-3} \text{ Wh}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$, o que seria uma resposta correta. Se o aluno tivesse multiplicado este valor por 3600, chegaria a uma energia incidente por segundo de $211,32 \text{ W}/\text{m}^2$, o que também seria uma resposta correta. No segundo caso o aluno também chegou a um valor correto de $5,71 \times 10^{-5} \text{ kW h}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$, mas o erro nas unidades também demonstrou que a diferença entre kW e kW h não estava bem clara para o aluno.

b) Utilizando a energia de a), calcule a energia da radiação solar que incide sobre a sua habitação, por segundo.

energia de radiação por m²

Se a ~~consistência da energia~~ durante um ano é 1800 kWh/m² por segundo é:

$$\frac{1800 \text{ kWh}}{365 \text{ dias}} = \frac{x}{1 \text{ dia}} \quad x = \frac{1800}{365} = 5,07 \text{ kW}$$

$$\frac{5,07 \text{ kW}}{60 \times 60 \times 24 \text{ s}} = \frac{x}{1 \text{ s}} \quad x = 587 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$$

inc.

$$365 \times 24 \times 60 \times 60 = 31536000 \text{ s}$$

$$\frac{1800}{31536000} = 5,71 \times 10^{-5} \text{ kWh/m}^2$$

inc.

Figura 5.14: Exemplo de duas respostas da 6.ª questão onde o aluno assumiu que kWh era o mesmo que kW.

b) Utilizando a energia de a), calcule a energia da radiação solar que incide sobre a sua habitação, por segundo.

$$\frac{1800}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 5,55 \times 10^{-5} \text{ kWh/m}^2$$

No minha habitação incide $5,55 \times 10^{-5} \text{ kWh/m}^2$ por cada segundo

Figura 5.15: Resposta correta à 6.ª questão.

Na 7.ª questão os alunos tinham que calcular a potência fornecida por m² de painel, conhecendo o rendimento do painel e utilizando a potência incidente que tinham calculado na 6.ª questão. O aluno que respondeu corretamente à questão anterior foi o único que obteve a cotação máxima pois calculou corretamente a energia fornecida e utilizou o valor correto de energia incidente (Figura 5.15). Considerei parcialmente corretas as respostas onde os alunos consideraram o rendimento do painel na energia

incidente corretamente, mas sobre um valor de energia incidente que não era o correto (Figura 5.16).

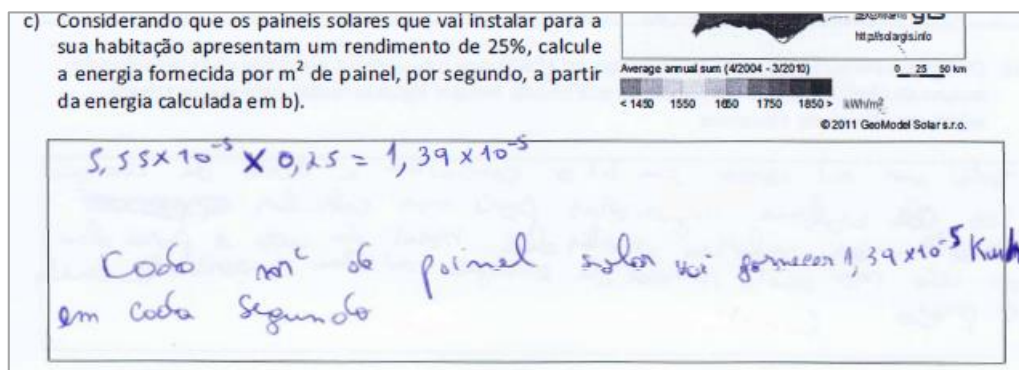


Figura 5.16: Resposta correta da 7.ª questão.

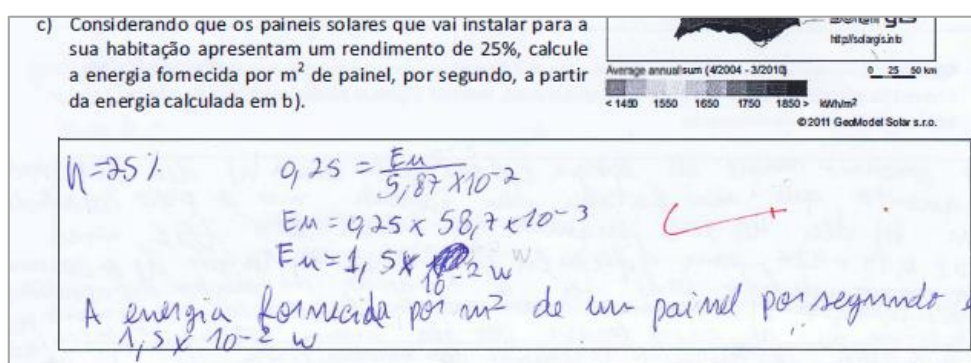


Figura 5.17: Resposta parcialmente correta da 7.ª questão.

Na 8.ª questão, os alunos chegavam ao objetivo da ficha de trabalho: o cálculo da área de painéis fotovoltaicos necessária para fornecer a energia elétrica da sua habitação. Os alunos tinham calculado a potência fornecida por m^2 de painel na questão anterior, e era referido no enunciado da 8.ª questão que deviam usar a potência máxima, que tinham obtido a partir da última coluna da tabela de consumos, como a potência que a área de painéis fotovoltaicos teria de produzir. Era também pedido nesta questão que os alunos explicassem porque é que se utilizava a potência máxima de consumo neste cálculo. Decidi utilizar a potência máxima como potência de consumo, em vez de uma potência média a partir do consumo estimado para o mês modelo (calculado na 1.ª questão da ficha), porque queria verificar se os alunos conseguiam interpretar o dado de potência máxima no contexto desta pergunta. Assim, aceitava como resposta correta se os alunos dissessem que com a área de painéis fotovoltaicos projetada para este valor, a produção de energia elétrica pelos painéis era a suficiente para satisfazer as alturas de maior

consumo da habitação, assim como as alturas onde o consumo não era o máximo. Mais tarde, na aula onde planeava discutir os resultados das fichas de trabalho dos alunos, fazia notar que nem mesmo projetando a área de painéis solares para este valor de potência máxima de consumo, estava assegurado que era produzida energia suficiente, pois o valor de energia disponível que tínhamos utilizado (que foi obtido pela leitura do mapa na 5.^a questão) era um valor médio, o que significava que os painéis solares não dispunham daquela energia ao longo de todo o dia, ou durante a noite. Nesta aula podíamos até projetar a área de painéis para a potência média de consumo, a partir do consumo calculado para o mês modelo, e comparar com a área obtida para a potência máxima. Apesar desta aula de discussão não se ter concretizado, na aula em que corriji as fichas de trabalho, três dias antes, mencionei a razão para utilizar a potência máxima na 8.^a questão.

Apenas um aluno tinha calculado corretamente a potência produzida por m^2 de painel, na questão anterior, por isso apenas este aluno tinha hipótese de calcular a área pretendida. No entanto, nesta questão considere novamente parcialmente corretas as respostas dos alunos que conseguiram calcular uma área utilizando um valor de potência produzida/ m^2 incorreto (Figura 5.17). O aluno que tinha respondido corretamente à questão anterior, não conseguiu calcular a área correta pois considerou que $1,39 \times 10^{-5} \text{ kW h}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ era o mesmo que $1,39 \times 10^{-5} \text{ kW}/\text{m}^2$, acabando por cometer o mesmo erro que os seus colegas (Figura 5.18).

d) Calcule a área necessária de painéis solares, considerando o rendimento de c), necessária para fornecer a potência calculada em 1d). Porque será que a área de painéis solares é projectada para este valor de potência máxima?

$1,5 \times 10^{-2} \text{ W} - 1 \text{ m}^2$
 $7000 \text{ W} - x \text{ m}^2$

$x = \frac{7000}{1,5 \times 10^{-2}}$
 $x = 466667 \text{ m}^2$

Será conveniente a área de painéis solares terem a capacidade de fornecer a potência máxima para dar a máxima energia que os eletrodomésticos precisam, que neste caso é 7 kW.

Figura 5.18: Resposta parcialmente correta da 8.^a questão.

d) Calcule a área necessária de painéis solares, considerando o rendimento de c), necessária para fornecer a potência calculada em 1d). Porque será que a área de painéis solares é projectada para este valor de potência máxima?

$$\frac{6,93}{2,39 \times 10^{-3}} = 498561,1511 \text{ m}^2 \quad \text{4+}$$

h: Para produzir a energia máxima é preciso uma grande quantidade de painéis solares, pois pensamos que eles produzem a energia toda (6,93 kW) em poucos segundos. 4

Figura 5.19: Resposta parcialmente correta da 8.ª questão.

Na 9.ª e última questão, os alunos tinham que calcular a massa de CO₂ produzida pela combustão do carvão necessário para fornecer a energia consumida na habitação do aluno, durante um mês. Utilizavam o consumo calculado na 1.ª questão e através da leitura de uma tabela retirada da Wikipedia, ficavam a saber a quantidade de CO₂ produzida por cada kW h de energia produzido numa central termoelétrica de carvão. Pretendia com esta questão abordar com os alunos, na aula onde discutiríamos os resultados das suas fichas de trabalho, o aspeto ambiental na utilização de uma energia não renovável. A tabela retirada da Wikipedia permitia-nos comparar a quantidade de CO₂, o poluente principal causador do efeito de estufa, libertado conforme o tipo de energia utilizado para produzir eletricidade. Se os alunos notassem que para um kW h produzido por energia fotovoltaica a emissão de CO₂ não era nula, era uma boa oportunidade para falar um pouco sobre a metodologia de avaliação do ciclo de vida para estimar as emissões de CO₂.

As classificações dos alunos nesta questão foram um pouco melhor que nas três questões anteriores. As respostas parcialmente corretas deveram-se a um erro de unidades (Figura 5.19). Os alunos que responderam incorretamente, ou não responderam à questão ou raciocinaram incorretamente (Figura 5.20).

$$\begin{array}{l} \cancel{13,842 \text{ kWh}} \\ 287,819 \text{ kWh} \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ kWh} \text{ — } 1001 \\ 287,819 \text{ — } x \\ x = \frac{287,819 \times 1001}{1} \\ x = 288109,81902 \text{ HkWh} \end{array}$$

Figura 5.20: Resposta parcialmente correta da 9.ª questão devido a um erro de unidades.

$$\frac{287,819}{1000} = 0,287 \text{ g de } \text{CO}_2 \quad \text{X}$$

Figura 5.21: Resposta incorreta da 9.^a questão.

$$287,82 \text{ kWh} \quad 1 \times 287,82 = \underline{287,82 \text{ kg CO}_2}$$

Conversão = 1 Kg CO₂ / kWh

A quantidade, em massa, de CO₂ que se produz é 287,82 Kg de CO₂.

Figura 5.22: Resposta correta da 9.^a questão.

5.5 Conclusões

A 1.^a hipótese colocada neste estudo foi que uma correta interpretação dos dados fornecidos para a resolução de um problema é uma etapa fundamental para a sua compreensão. Formulei esta hipótese pois esperava que os alunos, por terem preenchido a tabela de consumos e resolvido as cinco primeiras questões da ficha de trabalho, obtivessem boas classificações nas questões 6, 7 e 8 da ficha. A elaboração da tabela de consumos e a resolução das primeiras cinco questões da ficha tinham como objetivo levar os alunos a analisarem e a interpretarem os dados que iriam utilizar nas questões 6, 7 e 8. Esta interpretação de dados iria ajudar os alunos a compreenderem estas três questões, e a resolvê-las corretamente, o que se traduziria em boas classificações.

Pelos resultados apresentados anteriormente, pode-se verificar que os alunos não obtiveram boas classificações nas questões 6, 7 e 8. No entanto, os alunos não chegaram a preencher as suas tabelas de consumo, nem a resolver a ficha de trabalho na altura em que tinha inicialmente planeado para o estudo. Acredito que estas duas etapas eram necessárias para que os alunos alcançassem a correta interpretação de dados que eu pretendia com a elaboração deste projeto. Assim, não posso concluir se os maus resultados na resolução das questões 6, 7 e 8 foram devidos ao não cumprimento das etapas de resolução planeadas ou se estas etapas não são realmente relevantes ou

necessárias para a compreensão do problema, tornando a 1.^a hipótese impossível de validar neste estudo.

Em relação à 2.^a hipótese colocada neste estudo — que a resolução deste problema contribui para uma melhor e verdadeira compreensão de problemas semelhantes que os alunos se depararam e irão deparar — concluo que não se comprovou. Na fundamentação deste estudo foi mencionada que uma das condições necessárias para que os alunos compreendessem um conceito ou um problema, era que o conhecimento tinha que ser construído pelo próprio aluno. A forma como a tabela de consumos e a ficha de trabalho deste estudo foram resolvidas pelos alunos não contribuiu para que ocorresse uma construção do próprio conhecimento. Acredito que na maior parte dos alunos, a ficha de trabalho foi resolvida recorrendo ao que se lembravam da correção que tinha sido feita por mim, na aula anterior. Não houve interiorização de conceitos, os alunos foram recetores passivos da informação. Assim, se sujeitasse os alunos à resolução de mais um problema de energia fornecida por painéis solares e avaliasse os seus desempenhos, os bons ou maus resultados não iriam permitir-me retirar conclusões sobre a 2.^a hipótese colocada, pois o desempenho dos alunos não iria ser depender das suas resoluções da tabela de consumos e ficha de trabalho deste estudo.

A realização deste estudo fez-me ver como a motivação e o interesse dos alunos é importante para a compreensão de um problema e para a aquisição de conhecimentos: “O ser humano aprende se quiser, quando quer”¹. As alterações e adiamentos na metodologia do estudo que tive que fazer foram reflexo desta falta de interesse e motivação dos alunos, que acabou por ser um dos fatores mais influenciadores dos resultados do estudo. Não bastou, como eu pensava, situar o problema num contexto familiar aos alunos e utilizar informação que os alunos poderiam ver que provinham de uma situação real, para capturar o interesse necessário.

¹ Frase proferida pelo Professor Marco Moreira (UFRGS, Brasil) numa das conferências em que participei durante o curso de Mestrado.

6 Reflexões finais

A prática profissional supervisionada proporcionou-me inúmeros contributos para a minha formação como docente de Física e Química. Considero que um dos principais contributos foi a adoção de uma postura crítico-reflexiva na e sobre a minha prática pedagógica que tive que assumir durante o estágio. É uma postura que espero ter sempre presente no meu futuro, pois apesar de por vezes ser mais fácil não questionar o que faço e acreditar que o fiz é o correto, a única forma de melhorar e evoluir como docente e pessoa é não perder a capacidade de refletir, de avaliar ou de julgar o que faço na sala de aula. Quanto mais honesta for esta reflexão crítica, maior vai ser a possibilidade de melhorar ou de fortalecer a minha conduta.

Contribuiu também para me fazer ver como a qualidade das interações entre professor e aluno é importante para o processo de aprendizagem. A gestão da interação com os alunos, como por exemplo, a manutenção da disciplina e motivação da turma, é tão essencial como a gestão da transmissão dos conteúdos da matéria, na função de docente. Acredito que ensinar resulta de uma reunião entre estas duas condicionantes. Reconheço que nas aulas que lecionei, por inexperiência ou por inicialmente pensar que não era tão importante, estive mais preocupada com a forma como transmitia o conhecimento do que com a gestão da interação com os alunos. Sobre a relação professor-aluno pude confirmar que o respeito mútuo tem que existir para que o ambiente na sala de aula seja o propício para aprender. Da minha parte como docente, tenho que ter empatia com os alunos e ter em conta que se encontram num período da sua vida de transição entre a infância e a idade adulta, onde talvez mais do que em qualquer outro período, estão a construir a sua personalidade, a formar e testar os seus próprios valores e atitudes. Penso que uma boa gestão da interação aluno-professor passa por encontrar um equilíbrio entre tolerância e compreensão e a necessidade de responsabilizar os alunos pelas suas transgressões. Aprendi muito sobre as particularidades da relação professor-aluno com a observação das aulas lecionadas pelo Prof. Carlos Cunha. Na minha opinião, esta possibilidade de assistir a aulas de outros professores e de trocar experiências, apesar de às vezes poder ser desconfortável para o professor a lecionar, é um contributo valioso para melhorar a atividade de docente.

Em relação à gestão da transmissão do conhecimento, o outro aspeto de lecionar que referi, o estágio permitiu-me aplicar os métodos e estratégias que aprendi no primeiro ano do mestrado em Currículo e Didática das Ciências, em contexto real, e obter feedback valioso do Prof. Vítor Teodoro e do Prof. Carlos Cunha.

O estágio deu-me também a conhecer as funções do docente fora da sala da aula. Pude assistir a reuniões departamentais e interdepartamentais, a reuniões de conselho de turma no final de cada período, à organização de visitas de estudo e aos procedimentos que envolvem ser encarregue de uma direção de turma. Tive também a oportunidade de assistir a uma ação de formação sobre indisciplina dirigida a docentes e a um diálogo sobre sexualidade, organizado por uma enfermeira do centro de saúde de Setúbal, onde os alunos do 10.º A foram participantes. Conhecer estes aspetos da profissão de docente ofereceu-me uma boa preparação para quando for a minha vez de exercer estas funções sozinha.

Concluindo, este ano de estágio motivou-me e tornou-me mais confiante no meu futuro como docente.

Referências

- Arends, R.I. (1995). *Aprender a ensinar*. Lisboa: McGraw-Hill de Portugal.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2010). *Good practice in science teaching: what research has to say* (2.^a Ed.). England, Berkshire: McGraw-Hill.
- Martins, E. s. (2010_2013). *Projeto Educativo*. Setúbal: Escola Secundária dom Manuel Martins.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D. & Walberg-Henriksson, H. (2007). *Educação da ciência agora: uma pedagogia renovada para o futuro da Europa*. Bruxelas: Comissão Europeia, Direção-Geral de Investigação.
- Rutherford, F.J. & Ahlgren, A. (1995). *Ciência para todos*. Lisboa: Gradiva.
- DES, M. d.-D. (2014). Programa de Física e Química A 10º ou 11.º ano. *Programa de Física e Química A 10º ou 11.º ano - Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia*. Portugal: Ministério da Educação.
- DES, M. d.-D. (2001). Programa de Física e Química A 10º ou 11.º ano. *Programa de Física e Química A 10º ou 11.º ano - Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia*. Portugal: Ministério da Educação.
- DEB, M. d.-D. (2014). Orientações curriculares de Ciências Físicas e Naturais. *Ciências Físicas e Naturais: orientações curriculares 3.º ciclo*. Portugal: Ministério da Educação.
- Teodoro, V.D. (2008). *Física uma aventura 1* (2.^a Ed.). Lisboa: Plátano Editora.
- Silva, D.M. (2007). *Desafios da Física*. Lisboa: Lisboa Editora.
- Cavaleiro, M.N. & Beleza, M.D. (2013). *FQ 9 Viver melhor na Terra* (1.^a Ed.). Lisboa: ASA.
- Oliveira, M.C.C. (2010). *O Diretor de Turma aos olhos dos alunos do 2.º e 3.º ciclos do ensino básico*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Educação e Trabalho, Porto, Portugal.
- Krepel, W. J., & Duvall, C. R. (1981). *Field trips: A guide for planning and conducting educational experiences*, Washington, DC: National Education Association.

Tal, T., & Morag, O. (2009). Reflective Practice as a Means for Preparing to Teach Outdoors in an Ecological Garden. *Journal of Science Teacher Education*, 20(3), 245-262.

Behrendt, M. & Franklin, T. (2014). A Review of Research on School Field Trips and Their Value on Education. *International Journal of Environmental & Science Education*, 9, 235-245.

Vosniadou, S. & Ortony, A. (1989). *Similarity and Analogical Reasoning*. New York: Cambridge University Press.

Hohenstein, J., & Manning, A. (2010). Thinking about Learning. In Osborne, J., & Dillon, J. (Eds.), *Good Practice in Science Teaching*. (p. 68 - 81). London: Open University Press.

Bing, T.J. & Redish, E.F. (2009). Analyzing problem solving using math in physics: Epistemological framing via warrants. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 5(2).

Schwartz, M. (2014). Khan Academy: The Illusion of Understanding. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 17(4), 67-80.

Moreira, M.A. (2003). Linguagem e aprendizagem significativa. In *Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil, 8-12 setembro 2003*. Belo Horizonte, Brasil.

Laugksch R.C. (2000). Scientific Literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 71-94.

Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Science Education, Part B*, 4(3), 201-213.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (2003). The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and problem solving knowledge and skills. OCDE. <http://www.oecd.org/dataoecd/46/14/33694881.pdf> (em 10/04/2009).

Anexos

Anexo 1 – Guias/resumos das aulas de 10.º ano lecionadas de 21 a 24 de Janeiro

Sumário: A atmosfera e a radiação solar. Introdução às reações fotoquímicas.

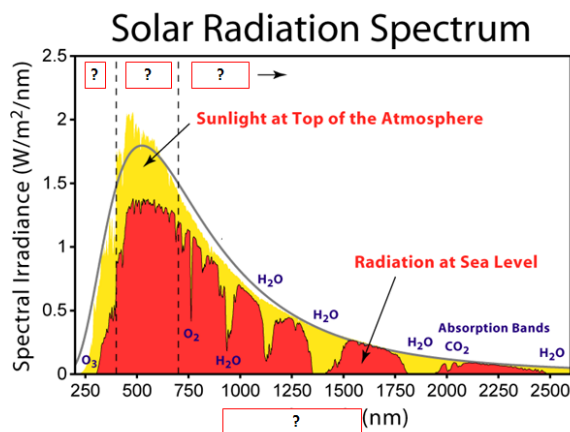
A atmosfera e a radiação solar

As condições ótimas para a sustentação da vida na Terra dependem da atmosfera. A atmosfera:

1. Controla a quantidade (e a qualidade) de radiação solar que alcança a superfície terrestre, atuando como um filtro.
2. Regula a quantidade de radiação a ser reenviada para o espaço.

1. A atmosfera controla a quantidade de radiação solar que alcança a superfície terrestre

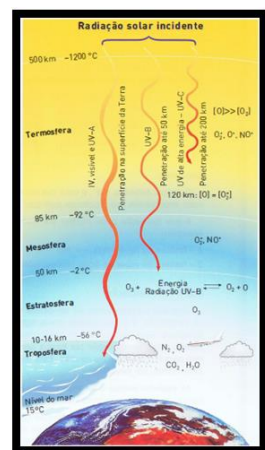
Vamos primeiro analisar o espectro da radiação solar que atinge o topo da atmosfera.



Observando a imagem,

- Que tipos de radiações eletromagnéticas constituem o espectro solar?
- A radiação que atinge o topo da atmosfera é mais intensa para que comprimentos de onda?

O que acontece a esta radiação solar quando atravessa a atmosfera terrestre?

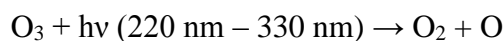


2. Regula a quantidade de radiação a ser reenviada para o espaço.

Análise em conjunto da simulação phet “The Greenhouse Effect”

As reações fotoquímicas

- Sabendo que uma reação de fotólise, ou reação fotoquímica, é uma reação que é iniciada pela ação de fotões, identifica a reação de fotólise representada na imagem.

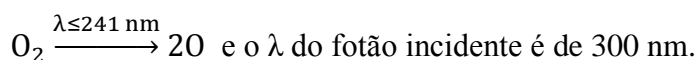


- Já estudou anteriormente outro tipo de reação fotoquímica, qual foi?

O efeito fotoelétrico. Tal como no efeito fotoelétrico, a radiação incidente no metal teria de ter um valor mínimo de energia para ejetar o eletrão, nestas reações acontece o mesmo: o fotão incidente necessita de ter um determinado valor de energia para desencadear a reação.

Exercício: Sabendo que a decomposição fotoquímica do dióxigénio em oxigénio se dá para fotões incidentes com $\lambda \leq 241 \text{ nm}$, determine se um fotão com $6,63 \times 10^{-19} \text{ J}$ é capaz de desencadear esta reação.

O fotão incidente não possui energia suficiente para decompor o O_2 :



Quando a radiação incidente não tem energia suficiente para dissociar a molécula, ela acumula o excesso de energia e passa para o estado excitado. Este excesso de energia ou é convertido num fotão e reemitido para o meio ou é convertido em energia que é transmitida a espécies vizinhas através das colisões.

O_2 simboliza um estado excitado da molécula de dióxigénio e é um **radical livre**.

Radicais livres são espécies que apresentam elétrons desemparelhados e são por isso, altamente reativos. Podem ser moléculas excitadas, átomos, íões ou fragmentos moleculares.

➤ Radicais livres na atmosfera

Análise em conjunto da figura 23 da página 132 do livro adotado: Quais as espécies predominantes em cada camada da atmosfera? Quais os comprimentos de onda da radiação responsável pelas espécies em cada camada? Quais as que ocorrem naturalmente e as poluentes?

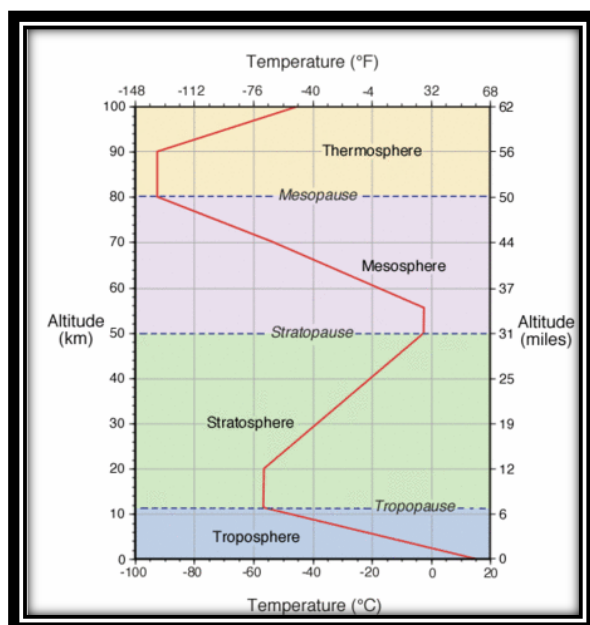
Referir que o radical hidroxilo ($\text{HO}\cdot$) é o radical mais abundante na atmosfera. Existem muitas reações que dão origem a este radical.

TPC: Investigar como é que radicais livres podem ser produzidos nos seres humanos e as suas consequências para o nosso organismo.

Sumário: Continuação da aula anterior. Os CFCs e o ozono. A descoberta do buraco da camada de ozono.

→ **Continuação da aula anterior**

- Voltar à alínea 4.1.3 do ex.4 da pág. 144 e identificar as reações exotérmicas – reações de formação e decomposição do ozono que libertam calor. São estas reações responsáveis pelo aumento de temperatura com a altitude que se verifica na estratosfera.



- Classificação da radiação UV em A, B e C – qual as mais energéticas? Quais as que atingem a superfície terrestre? Que compostos são responsáveis pela sua absorção na atmosfera terrestre?
- Diferença entre bom e mau ozono – o bom ozono é o ozono estratosférico, responsável pela absorção da radiação solar UV-B; o mau ozono é o ozono troposférico, poluente encontrado no *smog*, e que se forma pela reação de NO_2 e hidrocarbonetos do fumo de escape dos automóveis com a radiação solar.

→ **Os CFCs e o ozono**

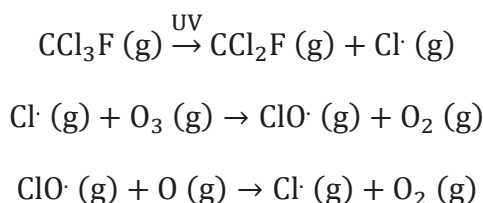
Analisar a lista de CFCs da Wikipedia – que elementos fazem parte da composição, quais os mais comuns.

Aplicações dos CFCs: Refrigerantes de frigoríficos e de ar condicionados, dispersantes em sprays, gases de limpeza de componentes elétricos, esterilizadores de equipamentos hospitalares.

Vantagens: Quimicamente estáveis, não inflamáveis, não corrosivos e com custos de produção baixos.

| Principal CFCs [hide] | | | |
|--|---|--------------------|---|
| Systematic name | Common/trivial name(s), code | Boiling point (°C) | Formula |
| Trichlorofluoromethane | Freon-11, R-11, CFC-11 | 23 | CCl ₃ F |
| Dichlorodifluoromethane | Freon-12, R-12, CFC-12 | -29.8 | CCl ₂ F ₂ |
| Chlorotrifluoromethane | Freon-13, R-13, CFC-13 | -81 | CClF ₃ |
| Chlorodifluoromethane | R-22, HCFC-22 | -40.8 | CHClF ₂ |
| Dichlorofluoromethane | R-21, HCFC-21 | 8.9 | CHCl ₂ F |
| Chlorofluoromethane | Freon 31, R-31, HCFC-31 | -9.1 | CH ₂ ClF |
| Bromochlorodifluoromethane | BCF, Halon 1211, H-1211, Freon 12B1 | | CBClF ₂ |
| 1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane | Freon 113, R-113, CFC-113, 1,1,2-Trichlorotrifluoroethane | 47.7 | Cl ₂ FC-CFCl ₂ |
| 1,1,1-Trichloro-2,2,2-trifluoroethane | Freon 113a, R-113a, CFC-113a | 45.9 | Cl ₃ C-CF ₃ |
| 1,2-Dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane | Freon 114, R-114, CFC-114, Dichlorotetrafluoroethane | 3.8 | ClF ₂ C-CFCl ₂ |
| 1-Chloro-1,1,2,2,2-pentafluoroethane | Freon 115, R-115, CFC-115, Chloropentafluoroethane | -38 | ClF ₂ C-CF ₃ |
| 2-Chloro-1,1,1,2-tetrafluoroethane | R-124, HCFC-124 | -12 | CHClCF ₃ |
| 1,1-Dichloro-1-fluoroethane | R-141b, HCFC-141b | 32 | Cl ₂ FC-CH ₃ |
| 1-Chloro-1,1-difluoroethane | R-142b, HCFC-142b | -9.2 | ClF ₂ C-CH ₃ |
| Tetrachloro-1,2-difluoroethane | Freon 112, R-112, CFC-112 | 91.5 | CCl ₂ FCCL ₂ F |
| Tetrachloro-1,1-difluoroethane | Freon 112a, R-112a, CFC-112a | 91.5 | CCl ₂ FCCL ₃ |
| 1,1,2-Trichlorotrifluoroethane | Freon 113, R-113, CFC-113 | 48 | CCl ₂ FCCLF ₂ |
| 1-Bromo-2-chloro-1,1,2-trifluoroethane | Halon 2311a | 51.7 | CHClFCBrF ₂ |
| 2-Bromo-2-chloro-1,1,1-trifluoroethane | Halon 2311 | 50.2 | CF ₃ CHBrCl |
| 1,1-Dichloro-2,2,3,3,3-pentafluoropropane | R-225ca, HCFC-225ca | 51 | CF ₃ CF ₂ CHCl ₂ |
| 1,3-Dichloro-1,2,2,3,3-pentafluoropropane | R-225cb, HCFC-225cb | 56 | COF ₂ CF ₂ CHClF |

Destruição do ozono pelos CFCs:



É um processo cíclico, onde um só radical Cl[·] pode destruir milhares de moléculas de ozono.

→ **A descoberta do buraco da camada de ozono**

Visualização do filme: <http://www.youtube.com/watch?v=oQHwiV1Vem8>

Os alunos vão ver os primeiros 6 minutos do vídeo duas vezes, e responder às seguintes questões:

1. Refere dois efeitos prejudiciais para os organismos vivos causados pela não filtração da radiação UV pelo ozono estratosférico.
2. Refere duas aplicações dos CFCs mencionadas no filme.
3. Quando, e por quem, foi descoberto que os CFCs podiam ser prejudiciais para a camada de ozono?
4. Onde se localiza o buraco do ozono?

5. Como se chama a instituição que tem monitorizado os níveis de ozono desde os anos 50?

6. Quem foram os primeiros cientistas que notaram que algo se passava com os níveis de ozono sobre a Antártida? Refere pelo menos um nome.

7. Em que estação do ano se registavam menores níveis de ozono?

8. Porque é que o buraco se localiza sobre a Antártida?

Depois da correção e discussão das respostas das 8 perguntas, os alunos vão ver os próximos 5 minutos do filme e responder às seguintes perguntas:

9. O que é o protocolo de Montreal? Qual era a sua finalidade? Originou um bom resultado?

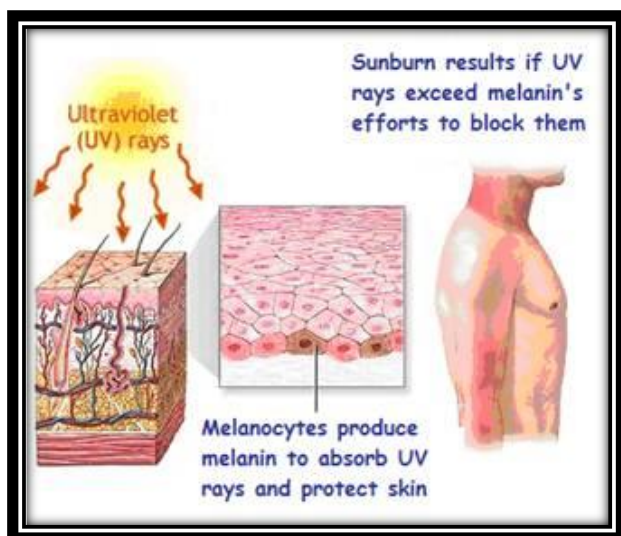
10. O que teria acontecido em 2065, se o protocolo não tivesse sido assinado?

11. Refere uma consequência social se o protocolo de Montreal não tivesse sido acordado?

Se sobrar tempo ou para trabalho de casa – exercícios 1, 2 e 3 da pág. 94.

Sumário: Realização de uma atividade experimental sobre a radiação UV solar.

A radiação UV é responsável pelo bronzeado da pele, por ativar a produção do pigmento melanina pelas células melanócitos:



Podemos proteger a nossa pele e olhos da radiação UV com óculos de sol e protetor solar. A atividade experimental desta aula tem o objetivo de avaliar a proteção de óculos de sol e protetores solares de radiação UV.

Material:

- Pulseira de UV beads
- Lâmpada de UV
- Alguns pares de óculos de sol
- Protetores solar com diferente IFP
- Sensor de radiação UV
- Caixa de Petri

Procedimento:

Estabelecemos um tempo de irradiação (60 s) e expomos a pulseira de UV beads à lâmpada de UV para observarmos a mudança de cor. De seguida colocamos um par de óculos de sol de maneira a que a lente forme uma barreira entre a lâmpada e a pulseira, e observamos a mudança ou não de cor da pulseira após 60 s. Repetimos para os diferentes pares de óculos de sol.

Para testar a eficiência da proteção dos protetores solares, cobrimos a tampa de uma caixa de Petri com creme protetor, colocamo-la entre a lâmpada de UV e a pulseira, e observamos a mudança ou não de cor da pulseira.

Com o sensor de radiação UV, medimos a intensidade da radiação UV emitida pela lâmpada UV, e repetimos os testes para os óculos e protetores que realizamos para a pulseira de UV beads, mas desta vez podemos obter um valor para a intensidade de radiação que foi refletida e absorvida, ou não, pela presença dos óculos e cremes protetores.

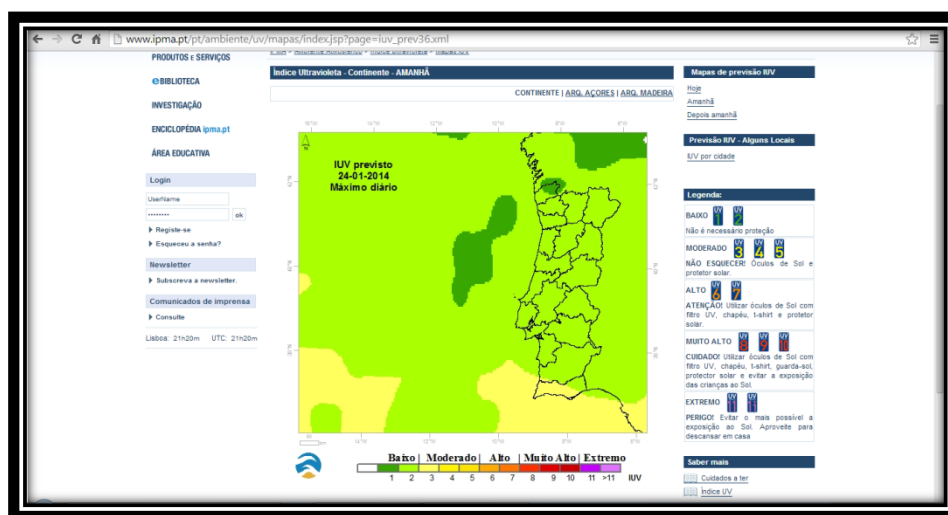
Ainda com o sensor de radiação UV, repetimos os testes para os óculos e cremes protetores mas utilizando a luz solar como fonte de radiação UV. Também medimos e comparamos a intensidade de radiação UV emitida pelo sol, com o sensor diretamente exposto à luz solar e com o sensor à sombra.

Com o tempo que sobrar na segunda aula, os alunos deverão começar a elaborar o relatório da atividade laboratorial.

Aula de 24/01/14 (Teórica, 50 minutos, turma dividida por turnos)

Sumário: Realização de uma ficha formativa sobre o ozono. Realização de exercícios de aplicação.

Mostrar aos alunos o sítio do site de IPMA (Instituto Português do Mar e Atmosfera) onde podem consultar o Índice de UV diário calculado para cada região do país. Os alunos deverão descobrir no website como o índice é construído, e calcular o valor do índice onde se insere a intensidade de radiação UV medida pelo sensor de UV na aula de ontem.



Depois de terminarem a ficha do PISA, os alunos fazem os exercícios 1,2,3 e 4 da pág.94 e 95 do Livro de Atividades.

A ficha formativa sobre o ozono que os alunos resolveram foi um exercício retirado do Ciclo PISA 2000 do item Literacia Científica. A ficha encontra-se aqui: <http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=134&fileName=ozono.pdf>.

Anexo 2 – Guias/resumos das aulas de 9.º ano lecionadas de 13 a 17 de Janeiro

Aula de 14/01/14 (Teórica, 50 minutos, turma completa)

Sumário: Características dos movimentos: a relatividade do movimento, rapidez e velocidade.

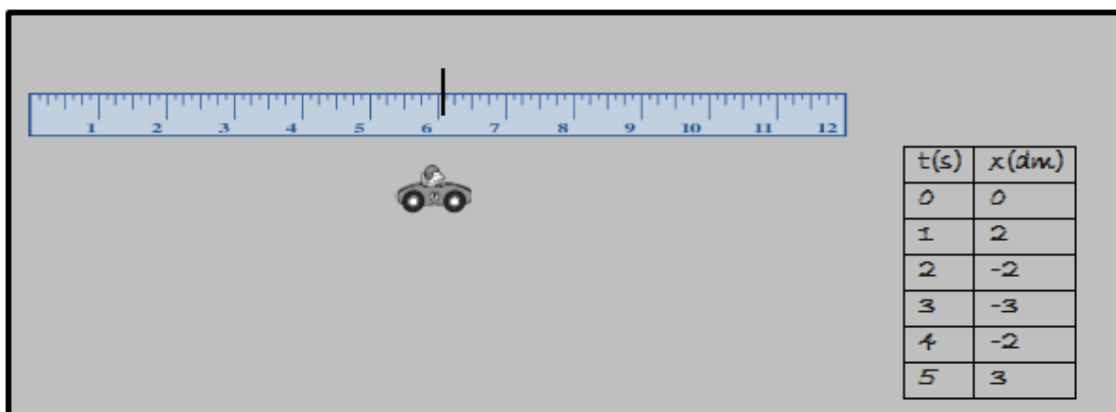
→ Que variáveis precisamos de conhecer para descrever um movimento?

Posição em relação a um ponto de referência (a um referencial)

Tempo

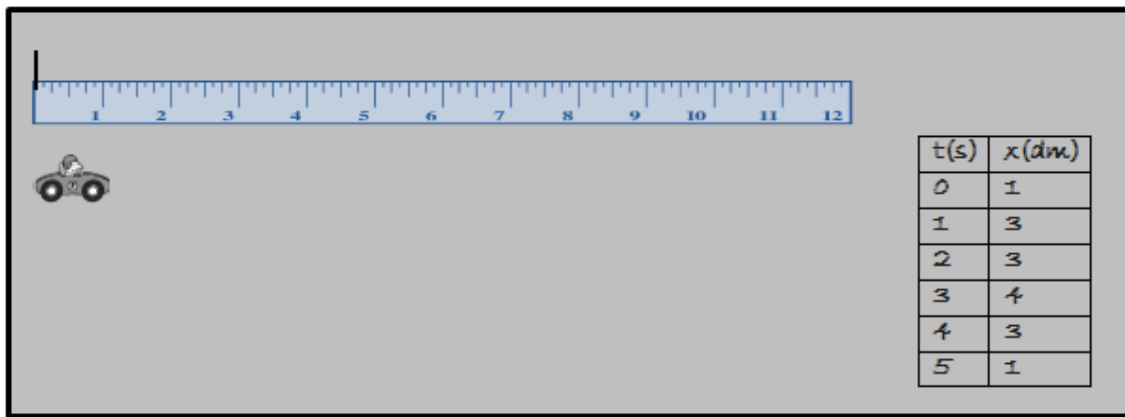
A aula inicia-se com o seguinte exercício:

A partir de um conjunto de valores de tempo e posição, organizados em tabela, os alunos terão de mover um carrinho de forma a que o seu movimento obedeça aos valores tabelados.

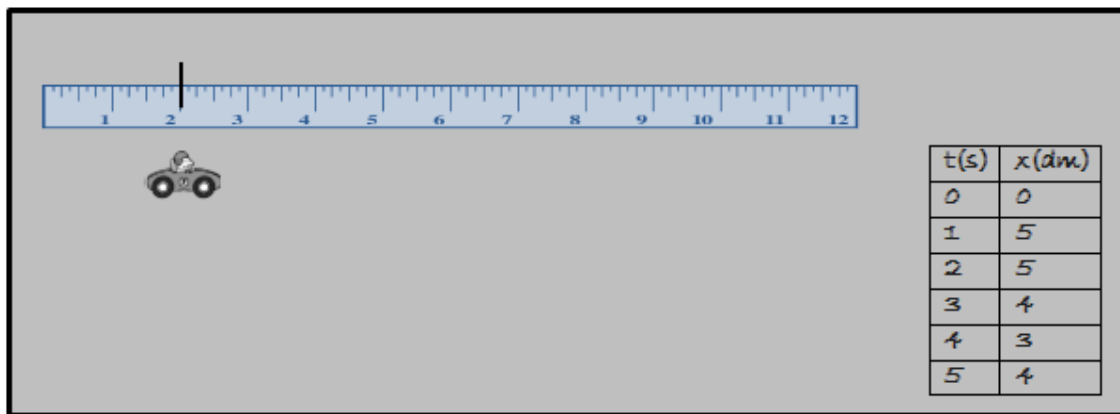


Tomando como referencial 6 dm na régua (colada com fita cola no quadro) peço aos alunos para contar em voz alta os segundos e movo o carrinho sob a régua, de forma a que obedeça às posições tabeladas. Antes de demonstrar o exercício, pergunto aos alunos onde acham que o carrinho deve estar posicionado em cada segundo do movimento, e marco as posições no quadro. Explico que as posições podem tomar valores negativos, e diferentes dos valores da régua, pois estamos a considerar como referencial os 6 dm na régua e não os 0 dm.

De seguida, preencho novos valores de posição na tabela e altero o referencial, e peço a um aluno que venha ao quadro e movimente o carrinho de acordo com os dados na tabela:



Repito o exercício com outro aluno, alterando novamente o referencial, para evidenciar como o movimento do carrinho depende do referencial em relação ao qual estamos a considerar as suas posições.



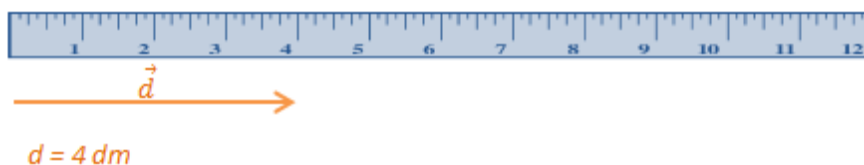
Para este último conjunto de valores,

- Qual a distância percorrida pelo carrinho e qual o seu deslocamento?

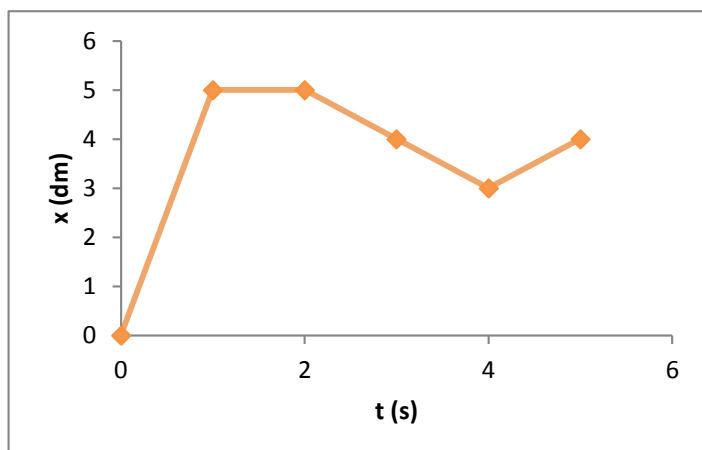
Distância percorrida (s) = 5 dm + 0 dm + 1 dm + 1 dm + 1 dm = 8 dm

Deslocamento (\vec{d}) é um vetor que:

- tem a direção da reta que passa pelas posições inicial e final;
- tem o sentido da posição inicial para a posição final;
- magnitude ou valor igual à distância entre as duas posições, medida em linha reta.



De seguida peço aos alunos que esbocem no seu caderno o gráfico posição-tempo correspondente ao movimento. Peço a um aluno que desenhe o gráfico no quadro,



E analisamos em conjunto o que a linha do gráfico traduz em cada intervalo:

- O que aconteceu no intervalo [1,2[s?

O carrinho encontra-se em repouso. Mostro no gráfico como o tempo aumenta, mas a posição mantém-se nos 5 dm.

- Qual a semelhança e diferença no movimento do carrinho nos intervalos [0,1[s e [4,5[s?

O carrinho desloca-se no mesmo sentido mas com diferente rapidez em cada intervalo.

Introduzo o conceito de rapidez média nesta questão. Demonstro o movimento do carrinho no quadro novamente e de seguida calculo a rapidez nos dois intervalos e comparo os valores.

$$r_m = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{intervalo de tempo}} = \frac{5 \text{ dm}}{1 \text{ s}} = 5 \text{ dm/s}$$

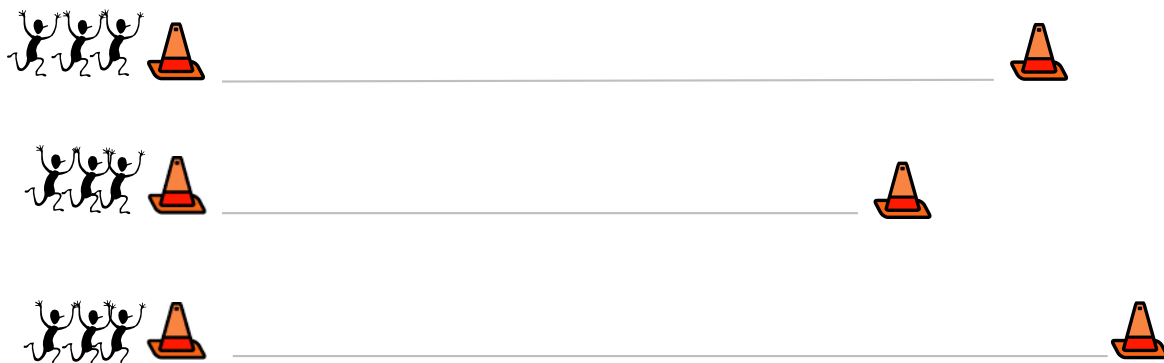
$$r_m = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{intervalo de tempo}} = \frac{1 \text{ dm}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ dm/s}$$

O carrinho percorreu 5 dm durante um segundo no primeiro intervalo e 1 dm durante um segundo no segundo intervalo. Noto que o declive da reta no gráfico é mais acentuado no caso do primeiro intervalo.

Aula de 16/01/14 (Prática, 50 minutos, turma dividida por turnos)

Sumário: A rapidez média – exercício de aplicação.

Esta aula realiza-se no exterior da sala de aula. Os alunos dividem-se em grupos de 3. Cada grupo necessita de um cronómetro, calculadora, caderno e ficha de trabalho com os exercícios a realizar durante a aula. Eu necessito de alguns cones (ou outra coisa) para delimitar trajetos.






Para primeiro exercício, os alunos têm que fazer uma estimativa da distância de três trajetos retilíneos, delimitados pelos cones, apenas com o material que dispõem. Apontam as distâncias na ficha de trabalho que lhes foi entregue.

De seguida, um aluno de um grupo percorre um trajeto, e os outros dois alunos do seu grupo têm que calcular a rapidez média com que o aluno percorreu a distância. Repete-se o exercício de forma a que todos os alunos de cada grupo tenha percorrido o trajeto pelo menos uma vez.



No último exercício, é apresentado aos alunos um valor de rapidez média, e, na minha presença, têm que percorrer o trajeto na rapidez média que lhes foi indicada. Repete-se este exercício para que todos os alunos tenham percorrido o trajeto. Os cálculos realizados são todos apresentados na ficha de trabalho.

Ficha de trabalho para preencher e entregar no fim desta aula:

| | | | |
|---|-----------------|---|----------|
|   | |  | |
| Escola Secundária Dom Manuel Martins | | | |
| Setúbal | | | |
| Ficha de Trabalho | DURAÇÃO: 50 min | ANO LECTIVO 2013/14 | CFQ 9.ºB |

Classificação

Nome: _____, n.º _____

_____, n.º _____

_____, n.º _____ Grupo _____

1. Indiquem uma estimativa, na unidade adequada, para o comprimento de cada um dos quatro trajectos delimitados pelos cones.

Trajecto 1:

Trajecto 2:

Trajecto 3:

Trajecto 4:

2. Cada um dos elementos do seu grupo vai percorrer, uma vez, o trajecto que pertence ao grupo. Enquanto um dos elementos percorre o trajecto, os outros dois calculam a sua rapidez média. Apresentem todos os cálculos e todos os dados que recolheram para determinar a rapidez média.

| | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| <p>Elemento A</p> | <p>Elemento B</p> | <p>Elemento C</p> |
|-------------------|-------------------|-------------------|

3. Percorre o trajecto de forma a que a sua rapidez média seja as seguinte:

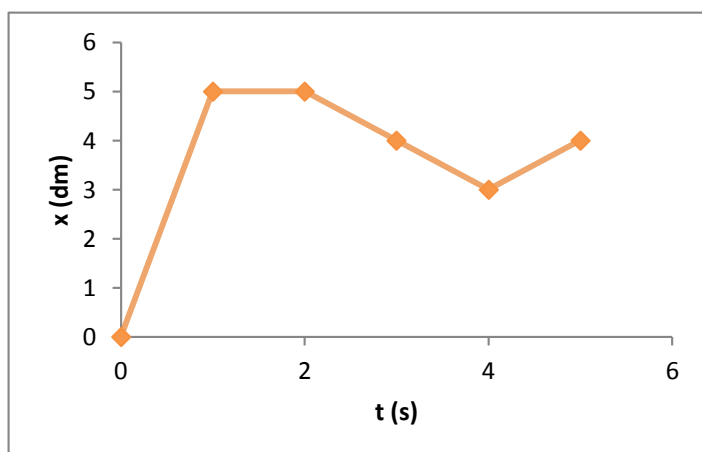
| | | |
|---|---|--|
| <p>$r_m = 3 \text{ m/s}$</p> | <p>$r_m = 14400 \text{ m/h}$</p> | <p>$r_m = 2,7 \text{ km/h}$</p> |
|---|---|--|

Apresentem todos os cálculos de apoio. Terão algum tempo para testar os resultados que calcularam. Quando estiverem prontos, um professor irá observar as tentativas, e recolher os dados necessários para a avaliação.

Aula de 17/01/14 (Teórica, 50 minutos, turma completa)

Sumário: Análise de um gráfico posição/tempo. Correção do trabalho de casa.

Continuação da aula de 14.01. Vamos analisar o esboço do gráfico que os alunos fizeram no final dessa aula.



E analisamos em conjunto o que a linha do gráfico traduz em cada intervalo:

- O que aconteceu no intervalo [1,2[s?

O carrinho encontra-se em repouso. Mostro no gráfico como o tempo aumenta, mas a posição mantém-se nos 5 dm.

- Qual a semelhança e diferença no movimento do carrinho nos intervalos [0,1[s e [4,5[s?

O carrinho desloca-se no mesmo sentido mas com diferente rapidez em cada intervalo.

Introduzo o conceito de rapidez média nesta questão. Demonstro o movimento do carrinho no quadro novamente e de seguida calculo a rapidez nos dois intervalos e comparo os valores.

$$r_m = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{intervalo de tempo}} = \frac{5 \text{ dm}}{1 \text{ s}} = 5 \text{ dm/s}$$

$$r_m = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{intervalo de tempo}} = \frac{1 \text{ dm}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ dm/s}$$

O carrinho percorreu 5 dm durante um segundo no primeiro intervalo e 1 dm durante um segundo no segundo intervalo. Noto que o declive da reta no gráfico é mais acentuado no caso do primeiro intervalo.

- O que aconteceu no intervalo [2,4[s?

O carrinho movimenta-se num sentido diferente dos dois intervalos analisados na questão anterior. Mostro o movimento do carrinho no quadro novamente para os alunos perceberem que o declive negativo da reta do gráfico neste intervalo deve-se a uma mudança de sentido no movimento do carrinho.

- Qual a semelhança e diferença no movimento do carrinho nos intervalos [3,4[s e [4,5[s?

O carrinho desloca-se em diferentes sentidos mas a sua rapidez média é a mesma:

$$r_m = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{intervalo de tempo}} = \frac{1 \text{ dm}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ dm/s}$$

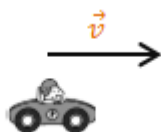
$$r_m = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{intervalo de tempo}} = \frac{1 \text{ dm}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ dm/s}$$

- A rapidez média é suficiente para nos informar acerca do movimento do carrinho nestes dois intervalos?

Introduzo aqui a velocidade, uma grandeza vetorial, que além de nos informar da rapidez com que o carrinho se movimenta, também nos informa da direção e sentido em que o carrinho se desloca (pois é uma grandeza vetorial).

Faço o seguinte esquema no quadro:

Para [2,4[s:

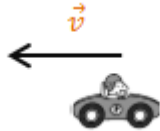


Magnitude ou valor de \vec{v} = rapidez média = 1 dm/s

Direção de \vec{v} = direção da trajetória do carrinho

Sentido de \vec{v} = sentido positivo (porque decidimos que quando o carrinho se desloca para a direita o seu sentido é positivo)

Para $[4,5[s$:



Magnitude ou valor de \vec{v} = rapidez média = 1 dm/s

Direção de \vec{v} = direção da trajetória do carrinho

Sentido de \vec{v} = sentido negativo

Para TPC: Ex 1,2 e 3 da pág. 26.

Anexo 3 – Guias/resumos das aulas de 9.º ano lecionadas de 6 a 14 de Março

Sumário: Momento da força. Exercício de aplicação.

→ Qual é a semelhança entre abrir uma porta, desenroscar um parafuso com uma chave de fendas, rodar o volante de um automóvel para fazer uma curva e andar num balancé?

Em todos os casos aplicamos forças para provocar um movimento de rotação no corpo.

Num movimento de rotação, o corpo que estamos a considerar roda em torno de um ponto ou de um eixo. Para os exemplos anteriores vamos identificar o eixo de rotação no movimento de cada um.

(De seguida peço a dois alunos para tentarem fechar a porta da sala, só com dois dedos, exercendo força muito perto do eixo de rotação e ao pé do puxador.)

→ Onde foi mais fácil abrir a porta?

É mais fácil abri-la quando exercemos a força longe do eixo de rotação. Hoje vamos estudar uma grandeza física vetorial que mede a “facilidade” com que uma força provoca a rotação de um corpo. O **momento de uma força**:

$$M_{\vec{F}} = F \times d$$

Onde d é a distância, medida na perpendicular, entre a linha de ação da força e o eixo de rotação – o braço da força. (Mostrar na porta o que é o braço da força nas duas tentativas de fechar a porta). F é a magnitude/intensidade da força que exercemos.

Exercício

Vamos assumir que se aplicou uma força da mesma magnitude, de 10 N, nas duas maneiras de fechar a porta. Calcule o momento da força nos dois casos e compare o valor.

$$M_F = 10 \times 0,80 = 8 \text{ N} \times \text{m}$$

$$M_F = 10 \times 0,10 = 1 \text{ N} \times \text{m}$$

Verificamos que aplicando uma força da mesma magnitude, quanto maior for o braço da força, maior será o seu momento, maior será o seu efeito de rotação.

→ Sabendo agora um pouco mais sobre o momento de uma força, responda à seguinte pergunta: Porque será que os volantes dos camiões são maiores que os volantes dos automóveis ligeiros?

Sumário: Continuação da aula anterior. Equilíbrio de alavancas. Exercício de aplicação.

→ **Breve revisão da aula anterior:** O que mede a grandeza momento da força? Que tipo de grandeza é? Como se obtém o momento de uma força? De que depende o momento de uma força? Correção do Verifica Se Sabes da pág. 76 do manual.

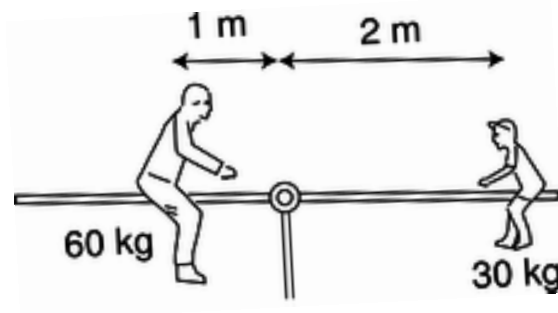
→ **Equilíbrio de alavancas**



Análise em conjunto da imagem acima: Para que serve uma alavanca? Considerando que o homem está a exercer uma força de 200 N para tentar levantar a pedra e distância entre o sítio onde está exercer a força e a pedra é de 1 m, qual é o momento desta força? Se o homem exercesse a força num sítio da alavanca mais perto da rocha, seria mais fácil ou mais difícil levantá-la? E se tentasse levantar a rocha sem o uso da alavanca?



Para a segunda imagem: Estimar com os alunos a massa de cada um dos homens, calcular os pesos a partir das massas, e atribuir uma distância (igual) a que estão sentados do ponto de rotação da alavanca. Calcular quantos homens mais magros eram precisos para equilibrar o homem mais forte.



Para a terceira imagem: Calcular o momento da força que o homem e a criança estão a exercer sobre a alavanca. Verificar que os momentos são iguais. Se a criança estivesse sentada apenas a 1 m de distância do ponto de rotação, os momentos seriam à mesma iguais? E a alavanca continuava em equilíbrio? Reforçar que uma alavanca está em equilíbrio quando os momentos das forças exercidas de cada lado são iguais.

→ **Exercício de aplicação**



A que distância do ponto de rotação devo colocar o peso de massa x (*tenho que ver quais os pesos disponíveis*) para equilibrar o peso de massa y , que se encontrar a d cm do ponto de rotação? Faço vários exercícios com a balança de momentos: equilíbrio a alavanca e a partir das distâncias ao ponto de rotação e da massa de um peso, os alunos têm que calcular a massa do outro peso; coloco um peso de massa e distância ao ponto de rotação conhecidas ao aluno e pergunto se colocar um peso de massa e distância tal, se a alavanca vai ficar em equilíbrio; coloco dois pesos de um lado da alavanca e pergunto a que distância tenho que colocar um peso do outro lado para a alavanca ficar equilibrada. As respostas aos exercícios têm que ser sempre comprovadas pela balança de momentos.

Sumário: Equilíbrio dos corpos apoiados.

→ Vamos analisar como o equilíbrio do paralelepípedo articulado varia com a vertical que passa pelo seu centro de gravidade.

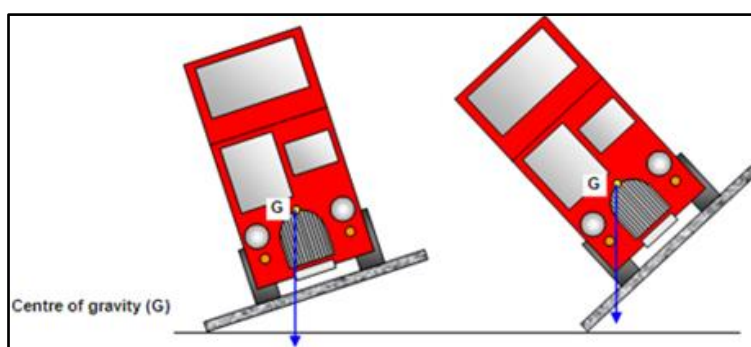
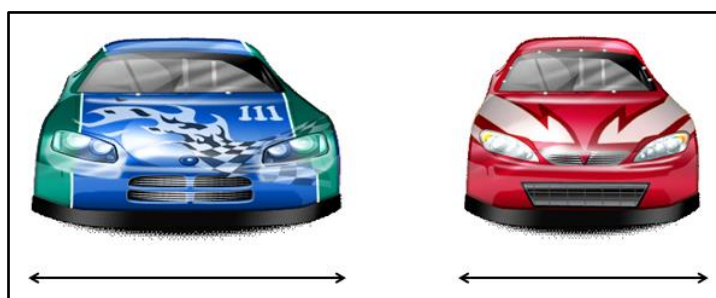


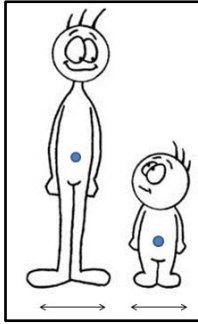
Um corpo apoiado está em equilíbrio enquanto a vertical que passa pelo centro de gravidade passar também pela sua base de sustentação (demonstro no paralelepípedo articulado).

Podemos inferir que a estabilidade dos corpos aumenta:

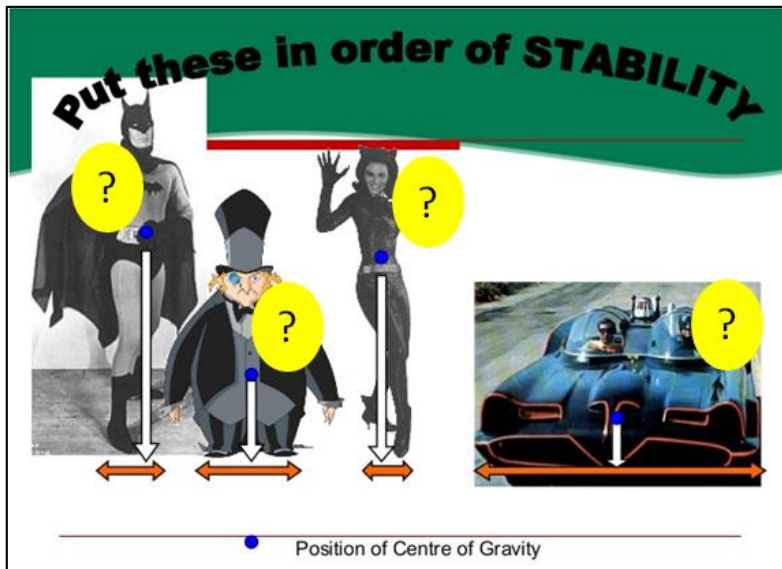
- quando se aumenta a área da sua base de sustentação;
- quando o centro de gravidade fica mais próximo da base de sustentação.

Tendo em conta isto, vamos comparar a estabilidade dos seguintes corpos:





No fim de analisarmos cada par de corpos, peço aos alunos que coloquem os corpos da figura em baixo por ordem crescente de estabilidade.



Sumário: A impulsão.

Material:

→ Plasticina

→ Chumbinhos

→ Tina de vidro

→ Sensor de força

→ Cloreto de sódio

Procedimento:

Pedir a um aluno que faça uma bola de plasticina e que segurando a bola sobre a palma da mão, a mergulhe na água. A bola parece que fica mais leve ou mais pesada? É mais fácil mover a bola fora de água ou dentro de água?

Utilizando o sensor de força da Pasco, medir o peso da bola dentro e fora da água e calcular a magnitude da impulsão exercida na bola pela diferença de pesos. Pedir a um aluno que repita o procedimento com uma bola de plasticina feita por ele. Pedir aos alunos que representem os vetores peso da bola de plasticina fora de água, peso da bola dentro de água e impulsão.

Perguntar aos alunos se acham se a magnitude da impulsão aumenta ou diminui se pusermos um chumbinho dentro da bola de plasticina (mostrar que apesar de acrescentarmos um chumbinho, o volume da bola mantém-se praticamente igual, apenas a massa aumenta). Utilizando o sensor, calcular a magnitude da impulsão da bola de plasticina com o chumbinho e fazer notar que apesar dos pesos dentro e fora de água serem diferentes, a impulsão é a mesma. Concluir que a impulsão não depende do peso.

Pedir aos alunos que elaborem um procedimento para testarmos se a impulsão depende do volume do corpo. Concluir que a impulsão depende do volume do corpo: quanto maior o volume do corpo, maior é a impulsão exercida sobre ele.

E se for a densidade do líquido que muda? Como podemos alterar a densidade da água da tina? Adicionar muito cloreto de sódio à água da tina e verificar o que acontece à impulsão. Concluir que a impulsão também depende da densidade do líquido.

Sumário: A lei de Arquimedes. Verificação experimental.

→ **Revisão da aula anterior:** O que é a impulsão? Como calculámos a magnitude da impulsão exercida sobre a plasticina na aula de ontem? De que depende a impulsão?

→ Introdução da **Lei de Arquimedes** como uma outra forma de calcularmos a magnitude da impulsão: pelo peso do volume de líquido deslocado. Mergulho uma bola de plasticina dentro de um gobelet com água e pergunto aos alunos o que aconteceu ao nível da água. Repito o procedimento para mostrar que o nível da água sobe. Pela Lei de Arquimedes, se calcularmos o valor do peso do volume de água correspondente a esta subida de nível, este valor vai ser igual ao valor da impulsão. De seguida, encho o gobelet novamente com água, mas desta vez com um volume de água suficiente para que quando mergulharmos a plasticina, a água transborde. Coloco o gobelet com água dentro de uma tina de vidro e mergulho a plasticina. Mostro que o volume de água deslocado transbordou para a tina.




Utilizando a mesma bola de plasticina, o gobelet com água dentro da tina e o sensor de força da Pasco, calculamos a impulsão, através da diferença entre as magnitudes do peso fora de água e dentro de água, procedimento igual ao da aula de ontem. De seguida, vamos calcular o valor do peso do volume de água deslocado e verificar se o valor é igual ou não ao valor de impulsão calculado.

Como calculamos o valor do peso do volume de água deslocado? Vamos medir o volume de água que saiu do gobelet para a tina com uma proveta. Peço a um aluno que transfira a água na tina para uma proveta e lemos o volume de água. Como podemos calcular o valor do peso de um volume de água? Através da sua densidade ou massa volúmica. Calculamos o valor do peso, e comparamos este valor com o valor de impulsão calculado quando utilizámos o sensor de força.



(Utilizámos o sensor de força da Pasco, em vez de um dinamómetro)

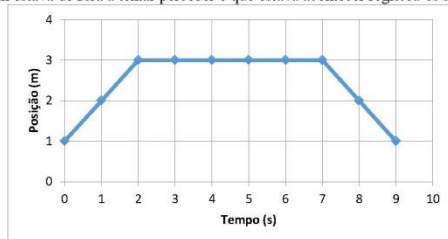
Anexo 4 – Ficha de avaliação do 9.º ano

| | | | | |
|--|------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div>  <div>GOVERNO DE PORTUGAL</div> </div> <div>  <div>MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO</div> </div> <div>  </div> </div> | | | | |
| Escola Secundária Dom Manuel Martins | | | | |
| Setúbal | | | | |
| 4ª Ficha de Avaliação | DURAÇÃO: 50 min | ANO LECTIVO 2013/14 | C. F.Q | 9º ANO |
| NOME: _____ Nº _____ TURMA: _____ | | | | Classificação _____ |

A nossa história começa no deserto...onde de repente passa a alta velocidade o Coiote atrás do Bip Bip, na sua tentativa de obter a refeição do dia!



1. Quem estava de fora a tentar perceber o que estava acontecer registou os seguintes dados:



O que terá acontecido ao Coiote durante a perseguição...

1.1. O gráfico posição-tempo da figura refere-se ao movimento do Coiote que:

- A. esteve em movimento durante 9 s.
- B. esteve em movimento durante 5 s
- C. esteve em repouso no intervalo de tempo 3s a 7s.

Opção correta: _____

A corrida ainda não terminou...

Ajude o Coiote a esclarecer a seguinte situação:

1.2. Em qualquer movimento, distância percorrida e deslocamento:

- A. são duas grandezas escalares cujos valores se exprimem em metros no SI.
- B. são duas grandezas, a primeira escalar e a segunda vetorial, cujos valores se exprimem, respetivamente, em metros e em metros por segundo no Sistema Internacional.
- C. são duas grandezas, a primeira escalar e a segunda vetorial, cujos valores se exprimem em metros no Sistema Internacional de Unidades.



Opção correta: _____

1.3. Calcule a distância percorrida pelo Coiote ao fim de 9s.

Coloque aqui os seus cálculos:

Entretanto alguém perto de nós enganou-se no seu caminho e...exausto pediu boleia de táxi...



2. Observe a imagem onde se representa o percurso...



2.1. De acordo com a figura, o táxi que transporta o Bugs Bunny de Setúbal para a Quinta do Conde:

- A. percorre a distância de 24,7 km.
- B. tem um deslocamento de 24,7 km no sentido de Setúbal para Quinta do Conde.
- C. tem um deslocamento de 24,7 km.

Opção correta: _____

2.2. Represente na figura, o vetor deslocamento do táxi.

2.3. A distância de 24,7 km é percorrida em 40 min. Calcule a rapidez média deste movimento.

Coloque aqui os seus cálculos:

2.4. Para o táxi em movimento, a velocidade em qualquer instante:

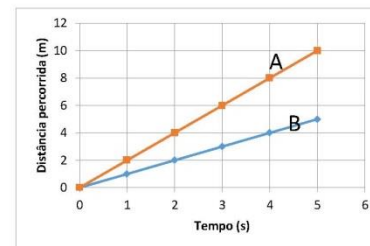
- A. fica perfeitamente identificada pelo valor indicado no velocímetro.
- B. pode representar-se por um vetor que tem sempre a direção e o sentido da trajetória.
- C. representa-se por um vetor que tem o sentido do movimento e o seu valor é o indicado no velocímetro.

Opção correta: _____

3

Chegado ao seu destino, Bugs Bunny encontrou-se com o seu amigo Duffy Duck...e querendo ambos ser Super-heróis... mascararam-se para entrar numa competição de lançamento horizontal de objetos, numa pista de gelo.

3. O gráfico seguinte mostra o lançamento dos objetos pelos nossos heróis.



3.1. Para que disco a magnitude da velocidade do movimento foi maior?

3.2. Calcule a magnitude da velocidade do disco B para o intervalo [0,5] s.

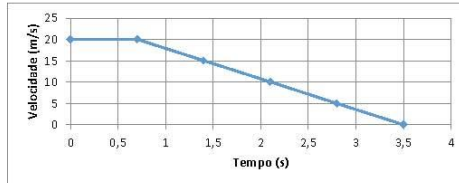
Coloque aqui os seus cálculos:

3.3. Qual foi o tipo de movimento descrito pelo disco A e B?

Bem... os nossos amigos Bugs e Duffy ficaram tão entretidos com a competição que se esqueceram do resto...
Como estará o Coiote? Será que já conseguiu apanhar o Bip Bip?

4

Olhem a maneira que ele arranjou para apanhar o Bip Bip...



O que ele se esqueceu foi da Montanha que estava à sua frente, o que o obrigou a parar.

4. O gráfico mostra o seu movimento. O seu tempo de reação foi de 0,7 s.

- 4.1. Calcule a distância percorrida pelo foguetão antes de o Coiote começar a travar.

Coloque aqui os seus cálculos:

- 4.2. Calcule a distância percorrida pelo foguetão desde que o Coiote viu a montanha até o foguetão parar.

Coloque aqui os seus cálculos:

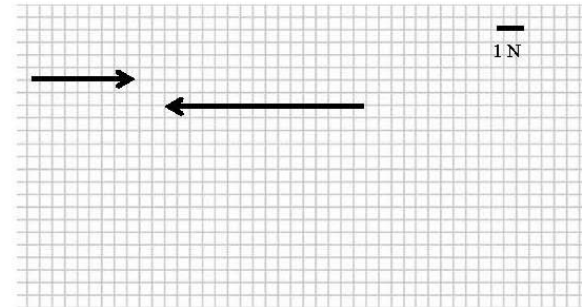
5. Em condições normais, quando o condutor de um veículo, depois de se aperceber de um obstáculo, trava "a fundo", percorre com movimento uniformemente retardado:

- A. uma distância que só depende do tempo que demorou a acionar o travão.
 B. uma distância que só depende da velocidade do veículo no momento em que acionou o travão, para as mesmas condições do veículo e da estrada.
 C. uma distância que depende do tempo que demorou a acionar o travão e da velocidade do veículo no momento em que acionou o travão.

Opção correta: _____

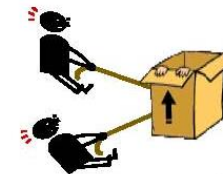
5

6. Represente o vetor resultante:



Eis que chegam notícias sobre a competição entre o Bugs e o Daffy.

7. Esta caixa está a ser puxada pelos dois que estão a exercer uma força igual intensidade, 30 N.



- 7.1 Faça um esquema das forças envolvidas no movimento, representando a resultante das forças. Considere que as forças exercidas pelas duas pessoas fazem um ângulo de 90° entre si.

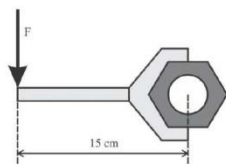
- 7.2 Calcule a intensidade da resultante das forças.

Coloque aqui os seus cálculos:

6

8. O desafio seguinte é a rotação dos objetos...ajuda a determinar a força que o Bugs e o Duffy têm de fazer para rodar o parafuso.

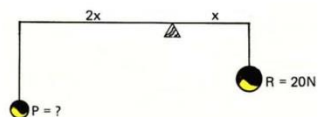
8.1 Aplicou-se uma força, \vec{F} , de intensidade 10 N, para fazer rodar o parafuso. Calcule o momento da força \vec{F} .



Coloque aqui os seus cálculos:

8.2 Considere agora que o braço da força \vec{F} passa para metade do indicado. Seria mais fácil ou difícil fazer rodar o parafuso?

A disputa entre os dois continua e desta vez o desafio são as alavancas.



9. Sendo $x = 10$ cm, calcule o peso de P, sabendo que a alavanca está equilibrada.

Coloque aqui os seus cálculos:

A nossa história está quase a chegar ao fim... o Coiote ainda tem de correr muito para apanhar o Bip Bip e os dois amigos Bugs e Daffy ainda andarão muito à disputa para ver quando é o melhor!



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|-----|-----|---|
| 1.1 | 1.2 | 1.3 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 4.1 | 4.2 | 5 | 6 | 7.1 | 7.2 | 8.1 | 8.2 | 9 |
| 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 8 | 4 | 8 | 5 | 8 | 4 | 4 | 9 |

Anexo 5 – Resolução do exercício da aula de 06/03/14

1.6. Os painéis fotovoltaicos são utilizados para produzir energia eléctrica a partir da energia solar. Suponha que a energia solar total incidente no solo durante um ano, na localidade onde vive, é $1,10 \times 10^{10} \text{ J m}^{-2}$.

15

Calcule a área de painéis fotovoltaicos necessária para um gasto diário médio de electricidade de 21,0 kWh, se instalar na sua casa painéis com um rendimento de 25%.

Apresente todas as etapas de resolução.

5.2. Nas auto-estradas, os telefones dos postos SOS são alimentados com painéis fotovoltaicos.

5

Considere um painel fotovoltaico, de área $0,50 \text{ m}^2$ e de rendimento médio 10%, colocado num local onde a potência média da radiação solar incidente é 600 W m^{-2} .

Selecione a única opção que permite calcular a potência útil desse painel, expressa em W.

(A) $(600 \times 0,50 \times 10) \text{ W}$

(B) $\left(\frac{600 \times 10}{0,50}\right) \text{ W}$

(C) $\left(\frac{600 \times 0,50}{0,10}\right) \text{ W}$

(D) $(600 \times 0,50 \times 0,10) \text{ W}$

Energia incidente durante um ano, por m^2 de solo: $\frac{1,10 \times 10^{10} \text{ J}}{\text{m}^2}$

Potência incidente por m^2 de solo, em média:

$$\frac{\frac{1,10 \times 10^{10} \text{ J}}{\text{m}^2}}{365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s}} = \frac{349 \text{ J}}{1 \text{ m}^2} = \frac{349 \text{ W}}{\text{m}^2}$$

Gasto diário de energia por dia: $\frac{21 \text{ kWh}}{1 \text{ dia}}$

Gasto de energia por segundo, em média:

$$\frac{21 \times 1000 \times \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}} \times 3600 \text{ s}}{24 \times 60 \times 60 \text{ s}} = \frac{875 \text{ J}}{1 \text{ s}} = 875 \text{ W}$$



Tendo em conta o rendimento do painel: $\frac{349 \text{ W}}{1 \text{ m}^2} \times 0,25 = 87,25 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

Cada m^2 de painel fornece $87,25 \text{ W}$ e necessitamos de 875 W no total, logo a área total será:

$$\frac{87,25 \text{ W}}{1 \text{ m}^2} = \frac{875 \text{ W}}{A} \rightarrow A = 10,03 \text{ m}^2$$

Anexo 6 – Tabela de consumos do estudo de Investigação Educacional

[illegible]

Anexo 7 – Ficha de trabalho do estudo de Investigação Educacional

Escola Secundária Dom Manuel Martins**Setúbal**

| | | | |
|-------------------|---------------------|----|--------|
| Ficha de Trabalho | ANO LECTIVO 2013/14 | FQ | 10.º A |
|-------------------|---------------------|----|--------|

1. Consumo de electricidade da habitação

- a) Calcule o consumo mensal de energia da sua habitação, utilizando os dados que recolheu na sua tabela de consumos.

- b) Calcule o custo mensal de energia da sua habitação, utilizando os dados que recolheu na sua tabela de consumos.

- c) Compare o consumo e o custo que calculou em a) e b) com o consumo e custo que pode consultar na factura de electricidade da sua habitação que trouxe. Indique algumas razões para que os valores sejam, ou não, muito diferentes.

- d) Calcule a potência máxima (a partir da soma de aparelhos eléctricos que podem estar ligados em simultâneo) que a sua habitação suporta. Compare este valor com o valor de "Potência Contratada" que pode consultar na sua factura de electricidade.

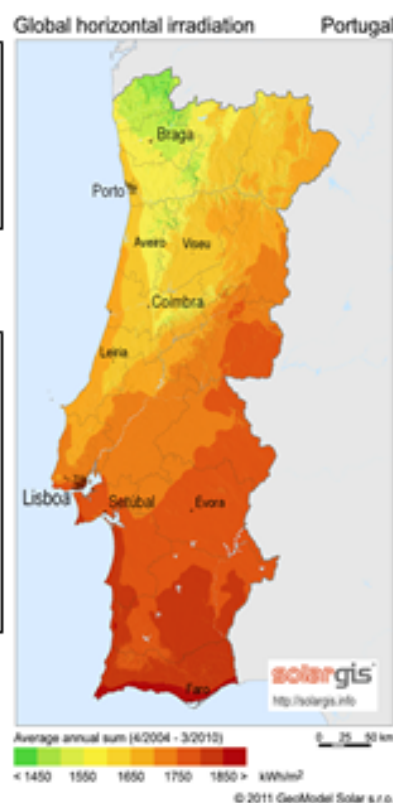
2. Produção de electricidade pelos painéis fotovoltaicos

- a) Consultando o mapa em baixo, indique a energia da radiação solar que incide sobre a sua habitação, durante um ano.

- b) Utilizando a energia de a), calcule a energia da radiação solar que incide sobre a sua habitação, por segundo.

- c) Considerando que os painéis solares que vai instalar para a sua habitação apresentam um rendimento de 25%, calcule a energia fornecida por m^2 de painel, por segundo, a partir da energia calculada em b).

- d) Calcule a área necessária de painéis solares, considerando o rendimento de c), necessária para fornecer a potência calculada em 1d). Porque será que a área de painéis solares é projectada para este valor de potência máxima?



3. Custo ambiental do uso de energia eléctrica

- a) Considere que a energia que consome na sua habitação foi produzida numa central termoelectrica que utiliza o carvão como combustível. Qual é a quantidade, em massa, de CO₂ que produz indirectamente, pelo consumo de um mês de energia na sua habitação? (Utilize o o consumo calculado em 1a)). Consulte a tabela em baixo, retirada da wikipedia, para resolver este exercício.

Lifecycle greenhouse gas emissions by electricity source.^[33]

| Technology * | Description * | 50th percentile (g CO ₂ /kWh _e) * |
|---------------|---|--|
| Hydroelectric | Reservoir | 4 |
| Wind | Onshore | 12 |
| Nuclear | Various generation II reactor types | 16 |
| Biomass | Various | 18 |
| Solar thermal | Parabolic trough | 22 |
| Geothermal | Hot dry rock | 45 |
| Solar PV | Polycrystalline silicon | 46 |
| Natural gas | Various combined cycle turbines without scrubbing | 469 |
| Coal | Various generator types without scrubbing | 1001 |